

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
 государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра квантовой электроники



Согласовано, декан ФФ

Бондарь А.Е.

подпись

«07» 10

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

«Лазерная физика»

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, 3, семестр 3-6

профиль

Лазерная физика

Форма обучения: очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-6	360		96		42	174	32	2	12		2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них:- контактная работа 154 часа - в интерактивных формах 138 часов											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

Разработчики:

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. А.В. Тайченачев

к.ф.-м.н. В.В. Петров

д.ф.-м.н. Д.Б. Колкер

д.ф.-м.н. В.И. Юдин

д.ф.-м.н. Л.В. Ильичев

Заведующий кафедрой квантовой электроники ФФ

д.ф.-м.н., академик РАН С.В. Багаев

Ответственный за образовательную программу:

д.ф.-м. н., проф. С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация к рабочей программе модуля «Лазерная физика»	3
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах.....	5
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Современные проблемы лазерной физики и фотоники	19
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Оптические стандарты частоты.....	33
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Дополнительные главы квантовой оптики....	47
КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН Модуль «Лазерная физика».....	62

Аннотация
к рабочей программе модуля «Лазерная физика»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): **Лазерная физика**

Рабочая программа по модулю «Лазерная физика» составлена в соответствии с требованиями СУОС по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и предназначена для аспирантов, обучающихся по профилю «Лазерная физика». Модуль включает в себя рабочие программы дисциплин «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах», «Современные проблемы лазерной физики и фотоники», «Оптические стандарты частоты» и «Дополнительные главы квантовой оптики», направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Лазерная физика», а также порядок подготовки к сдаче и проведения кандидатского экзамена по профилю «Лазерная физика».

Основная цель входящих в состав модуля дисциплин познакомить аспирантов с последними новейшими научными достижениями в области методов экспериментальной физики и практика презентации собственных научных результатов перед квалифицированной аудиторией.

Модуль направлен на формирование у обучающегося универсальных компетенций УК-1 и УК-5, а также общепрофессиональной компетенции ОПК-1 и профессиональных компетенций ПК-1, ПК-2.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Модуль «Лазерная физика» реализуется с третьего по шестой семестры включительно (второй и третий курсы аспирантуры).

Преподавание дисциплин предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия с привлечением ведущих ученых, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся.

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

Промежуточная аттестация по дисциплинам – зачеты, по всему модулю – кандидатский экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы модуля составляет **396 академических часов / 11 зачетных единиц**, в том числе:

1. Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах - 108 часов/3 зачетных единицы.
2. Современные проблемы лазерной физики и фотоники - 144 часа/4 зачетных единицы.
- 3.1 Оптические стандарты частоты - 108 часов/3 зачетных единицы.
- 3.2 Дополнительные главы квантовой оптики - 108 часов/3 зачетных единицы.
4. Кандидатский экзамен – 36 часов/1 зачетная единица.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра квантовой электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, семестр 4

профиль

Лазерная физика

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

д.ф.-м.н. Д.Б. Колкер

Заведующий кафедрой квантовой электроники ФФ

д.ф.-м.н., академик РАН С.В. Багаев




Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация	7
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	9
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	10
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	10
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	11
5. Перечень учебной литературы	13
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	14
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	15

Аннотация

к рабочей программе дисциплины **«Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах»**

Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность (профиль): **Лазерная физика**

Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Лазерная физика» и «Оптика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» реализуется в четвертом семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модулей «Лазерная физика» и «Оптика» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» имеет своей целью овладение основными понятиями, теоретическими моделями, методами и базовыми экспериментальными результатами в области преобразователей частоты лазерного излучения в среднем ИК, ИК и ТГц спектральных диапазонах и знакомство с современным состоянием данной области науки.

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Лазерная физика» и «Оптика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов.

Дисциплина «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» имеет своей целью овладение основными понятиями, теоретическими моделями, методами и базовыми экспериментальными результатами в области преобразователей частоты лазерного излучения в среднем ИК, ИК и ТГц спектральных диапазонах и знакомство с современным состоянием данной области науки.

Задачи:

1. Углубленное изучение теоретических основ преобразователей частоты лазерного излучения в соответствии с требованиями СУОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки «Физика и астрономия».
2. Развитие практических навыков решения задач и чтения оригинальной журнальной литературы в области преобразователей частоты лазерного излучения.
3. Формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах преобразователей частоты лазерного излучения, их связи с лазерной физикой, проблемах приложения методов на основе знаний о преобразователях частоты лазерного излучения в фундаментальных исследованиях и в приложениях, связанных с взаимодействием лазерного излучения с веществом.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Для освоения дисциплины Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах аспирант должен обладать базовыми знаниями по квантовой механике, термодинамике, статистической физике, молекулярной спектроскопии.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах:

Кандидатский экзамен по модулям Лазерная физика и Оптика

3. **Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	108		32		22	52			2		
Всего 108 часов /3 зачетных единицы из них: - контактная работа 56 часов - в интерактивных формах 54 часа											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Новые материалы для нелинейной оптики	1-2	10		3	2	5			
2.	Твердотельные лазеры.	3-4	10		3	2	5			
3.	Нелинейные преобразователи оптических частот	5-6	10		3	2	5			
4.	Классификация нелинейных структур	7-8	10		3	2	5			
5.	Режимы работы ПГС	9-10	10		3	2	5			
6.	Динамика процессов в ПГС	11-12	10		3	2	5			
7.	Типы параметрических систем	13-14	10		3	2	5			
8.	Предельные характеристики ПГС	15-16	10		3	2	5			

9.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	26		8	6	12			
10.	Зачет	17	2							2
Всего			108		32	22	52			2

Практические занятия проводятся в интерактивной форме, подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам, формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия, обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На практических занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам.

Содержание дисциплины:

1. Новые материалы для нелинейной оптики: новые халькогенидные материалы, ориентированные структуры из GaAs, периодические структуры из материалов сегнетоэлектриков.
2. Твердотельные лазеры (одно-, двух-, трех- и т.д. микронного диапазона).
3. Нелинейные преобразователи оптических частот: генераторы второй гармоники, генераторы суммарной и разностной частоты. Параметрические генераторы света.
4. Классификация нелинейных преобразователей: Компенсация угла сноса, периодически поляризованные структуры, прецизионные делители оптических частот на N и их применение в лазерной метрологии.
5. Режимы работы ПГС: вырожденный режим параметрического генератора света, делители частоты на 2, делители частоты на 3 как мультиактивные генераторы ультрастабильных частотных маркеров.
6. Динамика процессов в ПГС: самосинхронизации фазы в параметрических генераторах с делением частоты на N , Хопф-осцилляции, прецизионное измерение оптических частот при помощи фемтосекундного лазера, оптические часы.
7. Типы параметрических систем: импульсные параметрические генераторы света, наносекундные параметрические генераторы света для медицинских применений (диагностика различных заболеваний). Каскадные ПГС, пикосекундные ПГС-системы, ПГС с синхронной накачкой.
8. Предельные характеристики ПГС: перестроечные и энергетические характеристики, оптический пробой кристаллов. Нелинейные кристаллы для оптических параметрических генераторов света.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	6
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-	16

исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	
---	--

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	52

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. F.Trager, Springer Handbook of Lasers and Optics (2012) (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-19409-2>)
2. Bernhard W. Adams Nonlinear Optics, Quantum Optics, and Ultrafast Phenomena with X-Rays (2003) (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-0387-3>)
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применение // Перев. с англ. Под ред. В.Л. Деброва. Т. 1, 2. М: Издательский дом «Интеллект», 2012.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры ИЛФ СО РАН
<http://www.laser.nsc.ru/kafedra-kvantovoj-elektroniki/>

Литература для самостоятельного изучения:

1. Spence D.E., Kean P.N., Sibbett W. Opt. Lett., 16, 42 (1991)
2. Krausz F., Fermann M.E., Brabec T., Curllet P.F., Hofer M., Ober M.H., Spielmann C., Wintner E., Schmidt A.J., IEEE J.Quantum Electron., 28, 2097 (1992)
3. Udem Th., Holzwarth R., Haensch T.W. Nature, 416, 233 (2002)
4. Knight J.C., Birks T.A., Russell P.St.J., Atkin D.M. Opt. Lett., 22, 961(1996)
5. Birks T.A., Wadsworth W.J., Russell P.ST.JOpt Lett., 25 1415(2000)
6. J.-J. Zondy et al, “Theory of self-phase-locked optical parametric oscillators”, Phys. Rev. A 63, pp. 023814 (2001)
7. J.-J. Zondy, “Stability of the self-phase locked pump-enhanced singly resonant parametric oscillator, Phys. Rev A67, 03581 (2003)
8. L. Longchambon et al, “Non-linear and quantum optics of a type II OPO containing a birefringent element, Part 2 : bright entangled beams generation” e-print arXiv:quant-ph/0311123 (2003).
9. A. Douillet, J.-J. Zondy, G. Santarelli, A. Makdissi, A. Clairon, IEEE Trans. Instrum. Meas. 50, p. 548 (2001).
10. S. Schiller, R.L. Byer, J. Opt. Soc. Am. B 10, p.1696 (1993)
11. P. Lohdahl, M. Saffman, Phys; Rev. A 60, 3251 (1999); M. Bache, P. Lohdal, A.V. Mamaev, M. Marcus, M. Saffman, Phys. Rev. A 65, p. 033811 (2002).
12. K. P. Chung, A. Marciano, J. Opt. Soc. Am. B 5, p. 2524 (1998).
13. P. Coullet, K. Emilsson, Physica D 61, p. 119 (1992).
14. L. A. Lugiato, C. Oldano, C. Fabre, E. Giacobino, R. J. Horowicz, Nuovo Cimento D 10, p. 959 (1988).

15. C. Ritchy, K. I. Petsas, E. Giacobino, C. Fabre, L. Lugiato, J. Opt. Soc. Am. B 12, 456 (1995).
16. P. Suret, D. Derozier, M. Lefranc, J. Zemmouri, S. Bielawski, Phys; Rev. A 61, p. 021805 (2000).
17. A. Douillet, J.-J. Zondy, A. Yelisseyev, L. Isaenko, S. Lobanov, J. Opt. Soc. Am. B 16, p. 1481 (1999).

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы SpringerJournals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 г.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
2. Полнотекстовые электронные ресурсы FreedomCollection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
3. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
4. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий, представление доклада по тематике научного исследования.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет

УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы	

в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонст

		задач. Наличие грубых ошибок.			рированы знания по решению нестандартн ых задач.
--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Тематика докладов дисциплины
«Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем ИК и ТГц диапазоне»

1. Принципы устройства твердотельных лазеров и источников когерентного оптического излучения.
2. Аппаратно-программные комплексы для диагностики заболеваний на основе тепловых источников, полупроводниковых лазеров, ПГС и СО₂ лазеров.
3. Компактные лазеры импульсно периодического действия для работы в условиях механико-климатических воздействий.
4. Делители частоты и их применение в лазерной метрологии.
5. Источники излучения в ТГц диапазоне и их применение

Темы рефератов:

1. Компенсация угла сноса в нелинейных материалах.
2. Периодически ориентированные структуры из GaAs и GaP.
3. MOS-гидридная эпитаксия. Рост тонких пленок.

На зачет выносятся три любых вопроса из 8-ми предложенных к изучению разделов.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра квантовой электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы лазерной физики и фотоники

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2-3, семестр 3-6

профиль

Лазерная физика

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

к.ф.-м.н. В.В. Петров

Заведующий кафедрой квантовой электроники ФФ

д.ф.-м.н., академик РАН С.В. Багаев



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация	21
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	23
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	24
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	24
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	25
5. Перечень учебной литературы	27
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	27
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	27
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	28
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	28
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	28

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Современные проблемы лазерной физики и фотоники»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): **Лазерная физика**

Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Лазерная физика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» реализуется с третьего по шестой семестр включительно в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Лазерная физика» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» ставит перед собой основную задачу знакомить аспирантов с новыми актуальными результатами исследований и проблемами современной лазерной физики и фотоники. Цель дисциплины – дать аспирантам базовые представления по широкому спектру проблем современной лазерной физики и фотоники, основываясь на физических принципах и подходах к изучению процессов. Для докладов на практических занятиях привлекаются ведущие ученые академических институтов и ВУЗов, приглашенные отечественные и зарубежные профессора. Обучающиеся в течение обучения представляют свои научные доклады на основании анализа текущей периодической научной и технической литературы и собственной научно-исследовательской деятельности по темам, близким к их научным интересам.

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий, представление доклада по тематике научного исследования.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 4 зачетных единицы (144 часа).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Лазерная физика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов.

Дисциплина «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» ставит перед собой основную задачу знакомить аспирантов с новыми актуальными результатами исследований и проблемами современной лазерной физики и фотоники. Цель дисциплины – дать аспирантам базовые представления по широкому спектру проблем современной лазерной физики и фотоники, основываясь на физических принципах и подходах к изучению процессов. Для докладов на практических занятиях привлекаются ведущие ученые академических институтов и ВУЗов, приглашенные отечественные и зарубежные профессора. Обучающиеся в течение обучения представляют свои научные доклады на основании анализа текущей периодической научной и технической литературы и собственной научно-исследовательской деятельности по темам, близким к их научным интересам.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 4 зачетных единицы (144 часа).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Современные проблемы лазерной физики и фотоники:

Кандидатский экзамен по модулю Лазерная физика

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3-6	144		32		12	92			8			
Всего 144 часа /4 зачетных единицы из них:												

- контактная работа 52 часа
 - в интерактивных формах 44 часа

Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
1.	Актуальные вопросы современной лазерной физики	1-4	6		2		4			
2.	Актуальные вопросы современной фотоники	5-8	6		2		4			
3.	Актуальные проблемы взаимодействия излучения с веществом	9-12	6		2		4			
4.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	13-16	16		2	3	11			
5.	Зачет	17	2							2
6.	Семестр 3		36		8	3	23			2
7.	Актуальные вопросы современной лазерной физики	1-4	6		2		4			
8.	Актуальные вопросы современной фотоники	5-8	6		2		4			
9.	Актуальные проблемы взаимодействия излучения с веществом	9-12	6		2		4			
10.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	13-16	16		2	3	11			
11.	Зачет	17	2							2
12.	Семестр 4		36		8	3	23			2
13.	Актуальные вопросы современной лазерной физики	1-4	6		2		4			
14.	Актуальные вопросы современной фотоники	5-8	6		2		4			
15.	Актуальные проблемы взаимодействия	9-12	6		2		4			

	излучения с веществом								
	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	13-16	16		2	3	11		
16.	Зачет	17	2						2
17.	Семестр 5		36		8	3	23		2
18.	Актуальные вопросы современной лазерной физики	1-4	6		2		4		
19.	Актуальные вопросы современной фотоники	5-8	6		2		4		
20.	Актуальные проблемы взаимодействия излучения с веществом	9-12	6		2		4		
21.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	13-16	16		2	3	11		
22.	Зачет	17	2						2
23.	Семестр 6		36		8	3	23		2
Всего			144		32	12	92		8

Практические занятия проводятся в интерактивной форме. Конкретные темы докладов определяются преподавателем дисциплины, исходя из анализа актуальных проблем текущего периода в данных областях. Доклады готовят и презентуют ведущие специалисты академических институтов СО РАН и ВУЗов, а также российские и зарубежные ученые, находящиеся с визитами в НГУ и СО РАН. Обучающиеся также представляют свои научные доклады на основании анализа текущей периодической литературы и собственной научно-исследовательской деятельности по темам, близким к их научным интересам.

Содержание дисциплины:

1. Актуальные вопросы современной лазерной физики: новые достижения в физике новых лазерных сред, специальных лазерных систем, высокоинтенсивных лазерных источников, мобильных лазерных устройств.
2. Актуальные вопросы современной фотоники: новые достижения в области расширения диапазонов излучения, методов и способов получения излучения в различных спектральных (частотных) диапазонах, источников и приемников излучения.
3. Актуальные проблемы взаимодействия излучения с веществом: новые достижения в физике сверхсильных лазерных полей, новые области применения взаимодействия.
4. Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований: в соответствии с темой индивидуальных научных исследований (индивидуальный план аспиранта).

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	12

Методические рекомендации по подготовке представления изученных материалов.	
---	--

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к научному докладу. Анализ прослушанных докладов. Работа с периодической научной литературой (подбор материала, анализ, реферирование). Подготовка презентации.	92

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Текущая периодическая литература, имеющаяся в библиотеке НГУ, полнотекстовые электронные ресурсы (SpringerJournals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.)

5.2 Дополнительная литература

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры ИЛФ СО РАН

<http://www.laser.nsc.ru/kafedra-kvantovoj-elektroniki/>

Основные методические рекомендации для самостоятельной работы аспирантов при подготовке материалов докладов - соблюдение стандартов "ГОСТ 7.32-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления" (введен в действие Приказом Росстандарта от 24.10.2017 N 1494-ст).

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы SpringerJournals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials.

2. Полнотекстовые электронные ресурсы FreedomCollection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).

3. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
4. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий, представление доклада по тематике научного исследования.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка

«зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине *Современные проблемы лазерной физики и фотоники*

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные	

	методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутой уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительно количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.

				ые вопросы.	
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Тематика докладов дисциплины
«Современные проблемы лазерной физики и фотоники»

1. Спектроскопия высокого разрешения и атомные часы.
2. Принципы лазерного охлаждения, захвата и удержания в переменном электрическом поле ионов иттербия.
3. Разработка нового поколения оптических стандартов частоты на основе ультрахолодных ионов.
4. Исследование ячеек со щелочными металлами Cs и Rb для создания миниатюрных атомных часов.
5. Актуальные вопросы нано- и фемтофотоники: основы и приложения.
6. Применение лазерного излучения от ТГц до УФ в биомедицине, технике и других областях
7. Новые тенденции в лазерной физике.
8. Генерация квантового ключа в протяженных линиях связи.
9. Генерация высоких гармоник лазерного излучения в материальных средах.
10. Параметрические усилители фемтосекундных импульсов для многоканальных лазерных систем с когерентным сложением полей.

11. Исследование физических принципов усиления сверхкоротких импульсов в лазерных системах с высокой средней мощностью.
12. Спектральные исследования лазерной плазмы.
13. Люминесценция радиационных дефектов в наноразмерных слоях диэлектрических кристаллов.
14. Методы измерения и компенсации фазовых искажений в оптических элементах мощной фемтосекундной лазерной системы.
15. Разработка схем и создание на их основе систем формирования индукционного разряда в активной среде CO_2 лазера.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра квантовой электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптические стандарты частоты

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, семестр 3

профиль

Лазерная физика

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. А.В. Тайченачев

д.ф.-м.н. В.И. Юдин

Заведующий кафедрой квантовой электроники ФФ
д.ф.-м.н., академик РАН С.В. Багаев



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Оптические стандарты частоты»	35
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	37
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	38
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	39
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	39
5. Перечень учебной литературы	41
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	41
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	41
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	42
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	42
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	42

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «**Оптические стандарты частоты**»

Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность (профиль): **Лазерная физика**

Дисциплина «Оптические стандарты частоты» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Лазерная физика» и «Оптика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Оптические стандарты частоты» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилям подготовки «Лазерная физика» и «Оптика».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Цели дисциплины – овладение аспирантами основными понятиями, теоретическими моделями, методами и базовыми экспериментальными результатами в области оптических стандартов частоты и знакомство с современным состоянием данной области науки. В задачи входит углубленное изучение теоретических основ оптических стандартов частоты, развитие навыков решения задач и чтения оригинальной журнальной литературы в области оптических стандартов частоты, формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах оптических стандартов частоты, их связи с лазерной физикой, проблемах приложения методов оптических стандартов частоты в фундаментальных исследованиях и в приложениях, связанных с навигацией и связью. Дисциплина предназначена для аспирантов, область будущей профессиональной деятельности которых включает научные исследования, метрология и инженерная деятельность с использованием лазерного излучения; исследования процессов взаимодействия оптического излучения с веществом; научные и технологические разработки в области лазерных систем и квантовой метрологии.

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оптические стандарты частоты» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптические стандарты частоты» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Лазерная физика» и «Оптика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Оптические стандарты частоты» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилям подготовки «Лазерная физика» и «Оптика».

Цели дисциплины – овладение аспирантами основными понятиями, теоретическими моделями, методами и базовыми экспериментальными результатами в области оптических стандартов частоты и знакомство с современным состоянием данной области науки. В задачи входит углубленное изучение теоретических основ оптических стандартов частоты, развитие навыков решения задач и чтения оригинальной журнальной литературы в области оптических стандартов частоты, формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах оптических стандартов частоты, их связи с лазерной физикой, проблемах приложения методов оптических стандартов частоты в фундаментальных исследованиях и в приложениях, связанных с навигацией и связью. Дисциплина предназначена для аспирантов, область будущей профессиональной деятельности которых включает научные исследования, метрология и инженерная деятельность с использованием лазерного излучения; исследования процессов взаимодействия оптического излучения с веществом; научные и технологические разработки в области лазерных систем и квантовой метрологии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Оптические стандарты частоты:

Кандидатский экзамен по модулям Лазерная физика и Оптика.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	108		32		22	52			2		
Всего 108 часа /3 зачетных единицы из них: - контактная работа 56 часов - в интерактивных формах 54 часа											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Колебательные системы с обратной связью	1-2	10		4		6			
2.	Стабилизация частоты при наличии шумов	3-4	10		4		6			
3.	Метод разнесенных полей Рамсея и его обобщения	5-6	10		4		6			
4.	Методы стабилизации частоты лазеров	7-8	10		4		6			

5.	Ионные стандарты оптического диапазона	9-10	10		4		6			
6.	Метрологические характеристики решеточных стандартов	11-12	10		4		6			
7.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	13-16	46		8	22	16			
8.	Зачет	17	2							2
Всего			108		32	22	52			2

План практических занятий

1. Колебательные системы с обратной связью: математическое описание колебаний, идеальные и реальные гармонические осцилляторы, амплитудная и фазовые модуляции, электронные сервосистемы, компоненты, примеры систем.
2. Стабилизация частоты при наличии шумов: флуктуации частоты во временном представлении, дисперсия Аллана, спектральное описание флуктуаций частоты, флуктуации частоты и форма линии генерации, методы измерений частоты.
3. Метод разнесенных полей Рамсея и его обобщения: метод Рамсея с разнесенными во времени осциллирующими полями в приложении к задачам прецизионной спектроскопии и квантовой обработке информации, обобщенные методы Рамсея, композитные импульсы, двухпетлевые методы.
4. Методы стабилизации частоты лазеров: методы Хэнша-Куйо, Паунда-Драйвера-Холла, практические приемы стабилизации частоты лазеров на основе использования спектральных линий оптических реперов.
5. Ионные стандарты оптического диапазона: принципы действия ионных ловушек, способы практической реализации ионных ловушек и проведение точных измерений с помощью ионных стандартов.
6. Метрологические характеристики решеточных стандартов: захват нейтральных атомов в оптические решетки на магической длине волны, режим Лэмба-Дикке, систематические сдвиги частоты в решеточных стандартах, решеточные стандарты с Бозе- и Ферми-атомами.
7. Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований: оптические стандарты частоты на основе ультрахолодных атомов магния, оптические стандарты частоты на основе одиночного иона иттербия, оптический стандарт частоты на основе поглощающей ячейки с метаном, оптический стандарт частоты на основе резонансов в молекулярном йоде, фемтосекундные синтезаторы частот.

Теоретический материал курса освещается в ходе практических занятий, обсуждается как необходимый математический аппарат и теоретические аспекты алгоритмов, так и реальные примеры использования обсуждаемых методов из практики наиболее известных экспериментов в мировой науке. В ходе занятий поощряются вопросы слушателей, часть тем обсуждается в форме дискуссий. Материал занятий

доступен в электронном виде. В ходе обучения широко используются компьютерные демонстрации. По вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада. Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	22

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	52

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Ф.Риле Стандарты частоты: принципы и приложения / Ф. Риле ; пер. с англ. Н.Н. Колачевского .— Москва : Физматлит, 2009 .— 511 с. : ил. ; 24 см. — Пер. изд.: *Frequencystandards: BasicsandApplications / FritzRiehle.* - Wiley-VCH.— Библиогр.: с. 463-511.

5.2 Дополнительная литература

2. Е.В.Бакланов. Теоретические основы квантовой электроники: учебное пособие / Е.В. Бакланов ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. квантовой электроники .- Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2011 .- 103.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры ИЛФ СО РАН
<http://www.laser.nsc.ru/kafedra-kvantovoj-elektroniki/>

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;

- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;
Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы SpringerJournals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы FreedomCollection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий, представление доклада по тематике научного исследования.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оптические стандарты частоты» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Оптические стандарты частоты

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к	

	профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам

			негрубых ошибок.	дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Тематика докладов дисциплины
«Оптические стандарты частоты»

1. Спектроскопия квантовой логики.
2. Столкновительные сдвиги частоты в ансамблях ультрахолодных атомов в оптических решетках.
3. Магнито-индуцированная спектроскопия 0-0 переходов.
4. Гипер-рамсеевская спектроскопия.
5. Методы подавления сдвигов частоты, обусловленных тепловым равновесным излучением.

6. Электродинамика атомов в оптических решетках: поправки высших порядков и связанные с ними сдвиги частоты реперного перехода.
7. Многоионные оптические стандарты частоты.
8. Оптические стандарты частоты на базе многозарядных ионов.
9. Оптические стандарты частоты на базе ядерных переходов.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра квантовой оптики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы квантовой оптики

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, семестр 3

профиль

Оптика

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

д.ф.-м.н. Л.В. Ильичев



Заведующий кафедрой Квантовой оптики
академик РАН, д.ф.-м.н., А.М.Шалагин



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация	49
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	51
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	52
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	52
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	53
5. Перечень учебной литературы	55
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	56
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	56
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	57
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	57
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	57

Аннотация
к рабочей программе дисциплины «Дополнительные главы квантовой оптики»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): **Оптика**

Дисциплина «Дополнительные главы квантовой оптики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Оптика» и «Лазерная физика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Дополнительные главы квантовой оптики» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Дисциплина реализуется в третьем семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Оптика» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) и в составе модуля «Лазерная физика» в качестве дисциплины по выбору.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Основными задачами, стоящими при изучении данной дисциплины является углубленное изучение теоретических вопросов квантовой оптики, развитие практических навыков решения задач в области квантовой оптики, применения квантово-оптических методов в системах анализа вещества, передачи и обработки информации, в технологических и измерительных оптических системах, формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах квантовой оптики, её связи с лазерной физикой, проблемах приложения квантово-оптических методов исследования в науке и технике, Формирование у аспирантов представления о теоретических основах квантово-оптических методов обработки информации (квантовые вычисления и квантовая коммуникация), об основных идеях и достижениях в этой области.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от

3	108	32			22	52			2	
Всего 108 часов /3 зачетных единицы из них: - контактная работа 56 часов - в интерактивных формах 22 часа										
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2										

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Инженерия состояний типа «кошки Шредингера»	1-2	4	2			2			
2.	Приготовление «кошки Шредингера» в дисперсионном режиме взаимодействия атома и поля	3	4	2			2			
3.	Приготовление «кошки Шредингера» методами керровской нелинейности	4	4	2			2			
4.	Сверхточные фазовые измерения с зацепленными состояниями	5-6	4	2			2			
5.	Сжатые состояния; двухмодовый сжатый вакуум	7-8	4	2			2			
6.	Метрология со сжатыми состояниями	9-10	4	2			2			
7.	Квантовые изображения, квантовая голография	11-12	4	2			2			
8.	Слабые измерения	13	4	2			2			
9.	Фаза в квантовой оптике	14-15	4	2			2			
10.	Геометрическая (топологическая) фаза в оптике	16	4	2			2			

11.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	66	12		22	32			
12.	Зачет	17	2							2
Всего			108	32		22	52			2

Программа курса лекций

Тема 1 (2 часа) Инженерия состояний типа «кошки Шредингера». Представление кинетического уравнения потери квантов фотонной модой в интегральной форме. Доказательство универсальности эволюции когерентного состояния при потере любого фиксированного числа фотонов. Демонстрация радикального отличия при замене когерентного состояния на «кошку Шредингера». Состояния Юрке-Столера как частный случай «кошки Шредингера». Схема приготовления произвольной суперпозиции когерентных состояний из состояния Ю.-С. И когерентного состояния регистрацией одного фотона. Понятие о нелокальных «кошках Шредингера» и схема их приготовления.

Тема 2 (2 часа) Приготовление «кошки Шредингера» в дисперсионном режиме взаимодействия атома и поля. Дисперсионный режим модели Джейнса-Каммингса. Приготовление состояния «кошки Шредингера» фотонной модой при пост-селекции состояния атома после его взаимодействия с модой. Схема организации нужного измерения состояния атома при пост-селекции. Понятия о $\pi/2$ - и π -импульсах.

Тема 3 (2 часа) Приготовление «кошки Шредингера» методами керровской нелинейности. Понятие о многокомпонентных «кошках Шредингера». Приближённое дискретное преобразование Фурье состояний моды. Трансформация когерентного состояния в керровской среде. Исследование состояния на различных этапах цикла трансформации. Способы визуализации процесса трансформации состояния моды. Понятие о P-, W- и Q-функциях.

Тема 4 (2 часа) Сверхточные фазовые измерения с зацепленными состояниями. Схема Ароша и Раймона сверхточных измерений с нелокальными «кошками Шредингера». Фазовые измерения с интерферометром Маха-Цандера и входным NOON – состоянием. Понятие о гейзенберговском пределе точности фазовых измерений в сравнении со стандартным квантовым пределом.

Тема 5 (2 часа) Сжатые состояния; двухмодовый сжатый вакуум. Понятие о «сжатом» свете. Квадратуры и соотношение неопределённости для них. Пример механического квантового осциллятора. Перестройка его состояния при быстром изменении жёсткости. Одномодовые и двухмодовые сжатые состояния. Способы их получения и взаимная трансформация. Понятие о сжатом вакууме.

Тема 6 (2 часа) Метрология со сжатыми состояниями. Задачи метрологии на примере автономной навигации. Гиromетрия на эффекте Саньяка. Фазовые измерения со сжатым вакуумом на входе в интерферометр Маха-Цандера. Использование двухмодового сжатого вакуума на входе в интерферометр. «Шумовая» квантовая гиromетрия. Достижение гейзенберговского предела. Информация Фишера и предел Крамера-Рао в квантовой метрологии. Перспективы использования сжатого света в интерферометре LIGO.

Тема 7 (2 часа) Квантовые изображения, квантовая голография. Получение изображений в бифотонном свете. Квантовая голография. Традиционная квантовая поляриметрия и квантовая «поляриметрия в шумах».

Тема 8 (2 часа) Слабые измерения. Эксперименты с пред- и пост-селекцией квантовых состояний. Физический смысл мнимой части слабого значения. Иллюстрация в системе «трёх коробок». Парадокс «жестокоего короля». Регистрация оптического спинового эффекта Холла методом слабых измерений.

Тема 9 (2 часа) Фаза в квантовой оптике. «Наивный» подход Дирака к понятию фазы в квантовой механике. Подходы Пегга-Барнета и Сускинда-Глоговера. Эрмитовы операторы косинуса и синуса фазы. Состояние фотонной моды с определённой фазой. Супероператор квантовой фазы по Масаси Бану.

Тема 10 (2 часа) Геометрическая (топологическая) фаза в оптике. История понятия геометрической фазы в классической и квантовой оптике. Фаза Рытова-Владимирского и фаза Панчаратнама. Идея М. Берри. Геометрическая фаза когерентного состояния и способ её переноса на атомарный конденсат Бозе-Эйнштейна. Операционный подход к понятию геометрической фазы и его обобщение на фазу смешанных состояний. Интерференционный способ её наблюдения.

Теоретический материал курса освещается в ходе практических занятий. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности. По вопросам, вызывающим затруднения, проводятся дополнительные индивидуальные консультации.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада. Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	22

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на самостоятельную работу аспирантов	Объем, час
Самостоятельная подготовка к практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	20
Подготовка доклада по одной из тем лекций	32

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Е.В. Бакланов. Теоретические основы квантовой электроники: учебное пособие / Е.В. Бакланов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. квантовой электроники.- Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2011.- 103.

5.2 Дополнительная литература

2. Ильичёв Л.В. Элементы квантовой метафизики, ч. 2, НГУ, 2006-2012 (текст учебного пособия размещён на странице кафедры Квантовой оптики).
3. Шляйх В.П. Квантовая оптика в фазовом пространстве. М.: Физматлит, 2005
4. Ильичёв Л.В. Основы квантовой оптики: Курс лекций (электронный текст). Новосибирск: НГУ-ИАиЭ СО РАН, 2019, 115 с. (предоставляется преподавателем).
5. J. Dressel et al. *Colloquium: Understanding quantum weak values: Basics and applications*, <https://arxiv.org/abs/1305.7154>.
6. R.G. Torrom et al. Introduction to quantum radar, <https://arxiv.org/abs/2006.14238v1>.
7. К. Хелстром Квантовая теория проверки гипотез и оценивания. Москва: «Мир», 1979.
8. Kok Chuan, Tan and Hyunseok, Jeong Nonclassical Light and Metrological Power: An Introductory Review, <https://arxiv.org/abs/1909.00942v1>.

5.3 Литература для самостоятельного изучения

9. Карасёв В.П., Масалов А.В. Состояния неполяризованного света в квантовой оптике. Опт. и спектр., т.74, вып.5, 1993, с.928-936.
10. Килин С.Я. Квантовая оптика (поля и их детектирование). Минск: Навука і Тэхніка, 1990.
11. Н.-А. Vachor and Т.С. Ralph A Guide to Experiments in Quantum Optics. WILEY-VCH Verlag, 2004
12. S. Haroche, J.-M. Raimond Exploring the Quantum. Oxford University Press, 2006

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: библиотека НГУ, тексты в сети Интернет, страница Кафедры на сайте ИАиЭ СО РАН: <https://www.iae.nsk.su/ru/departments/2015-12-07-09-12-47>

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;
- Электронный справочник по "Оптике когерентного излучения" (с разделом "4.2. Цифровая голография") <http://optics.sinp.msu.ru/co/toc.html>
- Ресурсы Энциклопедия фотоники: <https://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет аспиранта в ЭИОС.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).
7. Архив электронных препринтов (arXiv.org e-Print archive) <https://arxiv.org/list/quant-ph/>

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и проверки заданий для самостоятельного решения. Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Оптические стандарты частоты

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к	

	профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается	Уровень знаний соответствует программе подготовки по	Уровень знаний соответствует программе подготовки

		грубые ошибки.	значительно е количество негрубых ошибок.	темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/ несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	по темам/ разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры тем докладов по дисциплине
«Дополнительные главы квантовой оптики»

1. Подход Пэйджа-Лампарда к понятию нестационарного спектра в сравнении с подходом Винера-Хинчина.
2. Модель Тависа-Каммингса.
3. Перспективы использования модели осциллятора Бейтмана в квантовой оптомеханике
4. Проявления топологической фазы квантованной моды поля
5. Получение изображений с использованием коррелированных фотонов.

6. Квантовая голография.
7. Квантовая эллипсометрия.
8. Фаза Панчаратнама и фаза Рытова-Владимирского (сходство и различие)
9. Интерферометрия Саньяка со сжатым вакуумом.
10. Гейзенберговский предел в квантовой метрологии.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра квантовой электроники

КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

Модуль «Лазерная физика»

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 3, семестр 6

профиль

Лазерная физика

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. А.В. Тайченачев

Заведующий кафедрой квантовой электроники ФФ

д.ф.-м.н., академик РАН С.В. Багаев



Новосибирск 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы -----	64
2. Место модуля в структуре образовательной программы -----	65
3. Трудоемкость модуля в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося -----	65
4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий -----	66
5. Перечень учебной литературы -----	66
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся -----	69
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения модуля -----	70
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по модулю -----	70
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине -----	70
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине -----	71

1.Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В рамках промежуточной аттестации (сдачи кандидатского экзамена) по модулю «Лазерная физика» проводится оценка универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (портфолио), полученных в рамках прохождения дисциплин «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах», «Современные проблемы лазерной физики и фотоники», «Оптические стандарты частоты» или «Дополнительные главы квантовой оптики», направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Лазерная физика», а также порядок подготовки к сдаче и проведения кандидатского экзамена по профилю «Лазерная физика». В состав портфолио входят перечень типовых задач для самостоятельного решения, перечень и презентации докладов, подготовленных обучающимся самостоятельно в рамках освоения дисциплин модуля.

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место модуля в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения модуля Лазерная физика:

1. Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах
2. Современные проблемы лазерной физики и фотоники
- 3.1 Дополнительные главы квантовой оптики
- 3.2 Оптические стандарты частоты

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение модуля Лазерная физика:

Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации);

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Трудоемкость модуля в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-6	360		96		42	174	32	2	12		2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них:- контактная работа 154 часа - в интерактивных формах 138 часов											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел модуля	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Б.1.В. ОД.									
1.1.	Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах	4	108		32	22	52			2
1.2.	Современные проблемы лазерной физики и фотоники	3-6	144		32	12	92			8
2	Б.1.В. ВД.									
2.1.	Оптические стандарты частоты	3	108		32	22	52			2
2.2.	Дополнительные главы квантовой оптики	3	108		32	22	52			2
3.	Кандидатский экзамен	6	36					32	2	2
Всего			396		96	56	196	32	2	14
Общий объем контактной работы составляет 168 часов, в интерактивных формах – 152 часа										

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальности	32

5. Перечень учебной литературы

Основная литература

1. F.Trager, Springer Handbook of Lasers and Optics (2012) (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-19409-2>)
2. Bernhard W. Adams Nonlinear Optics, Quantum Optics, and Ultrafast Phenomena with X-Rays (2003) (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-0387-3>)
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применение // Перев. с англ. Под ред. В.Л. Деброва. Т. 1, 2. М: Издательский дом «Интеллект», 2012.
4. Ф.Риле Стандарты частоты: принципы и приложения / Ф. Риле ; пер. с англ. Н.Н. Колачевского .— Москва : Физматлит, 2009 .— 511 с. : ил. ; 24 см. — Пер. изд.:

Frequencystandards: BasicsandApplications / FritzRiehle. - Wiley-VCH .— Библиогр.: с. 463-511.

Литература для самостоятельной подготовки

5. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики: учеб. пособие / Бакланов Е. В. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 130 с.
6. Дубнищев, Юрий Николаевич. Теория и преобразование сигналов в оптических системах: [учебное пособие] / Ю. Н. Дубнищев. - Изд. 4-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008 и 2011. - 364 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1156-6
7. Звелто, Орацио. Принципы лазеров / О. Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова [и др.] ; под науч. ред. Т. А. Шмаонова. - Изд. 4-е. - СПб[и др.]: Лань, 2008. - 719 с. : ил. - (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0844-3 (+ 1990, + 1984)
8. Зензин А. С. Информационные и телекоммуникационные сети : учеб. пособие / А.С. Зензин .— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011 .— ISBN 978-5-7782-1601-3
9. Зензин А. С. Элементы и архитектура систем автоматизации научных исследований . Ч. 2 : учебное пособие / А. С. Зензин ; Новосиб. гос. техн. ун-т . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2004. - 113 с. ил.
10. Колкер Д. Б. Физические основы светодиодов и полупроводниковых лазеров : учеб. пособие / Д.Б. Колкер . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009 . - ISBN 978-5-7782-1308-1
11. Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учеб. пособие / И.И. Корель . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010 . - ISBN 978-5-7782-1334-0(4 шт)
12. Ньюшков Б.Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. В 2 ч. Ч. I : учеб. пособие / Б.Н. Ньюшков . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010 . - ISBN 978-5-7782-1346-3
13. Орлов В. А. Лазерные системы и методы измерения малых перемещений и скоростей и их применение в физических экспериментах : учеб. пособие. - Новосибирск : НГУ. Ч. 2. - 2012. - 147 с. : ил. - Библиогр.: с. 146-147. - 50 экз. - ISBN 978-5-4437-0071-
14. Раутиан С. Г. Введение в физическую оптику / С. Г. Раутиан. - М.: URSS, 2009. - 253 с. - Предм. указ.: с. 251-253. - ISBN 978-5-397-00459-6 (10 шт)
15. Фемтосекундная атмосферная оптика / [Д.В. Апекусов] ; под общ. ред. С.Н. Багаева, Г.Г. Матвиенко. - Новосибирск : Издательство СО РАН, 2010. - 238 с. - ISBN 978-5-7692-1150-8
16. Фотонные кристаллы и нанокompозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства = Photoniccrystalsandnanocomposites: structureformation, opticalanddielectricproperties / [отв. ред.: В. Ф. Шабанов, В. Я. Зырянов. - Новосибирск: Издательство Сиб. отд-ния Рос. академия наук, 2009. - 252 с. - ISBN 978-5-7692-1096-9
17. Айхлер, Юрген. Лазеры. Исполнение, управление, применение / Ю. Айхлер, Г.И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. - М.: Техносфера, 2008 и 2012. - 495 с. - (Мир физики и техники ; П-25). - ISBN 978-5-94836-309-7
18. Анциферов В. В. Физика твердотельных лазеров / В. В. Анциферов, Г. И. Смирнов. - Новосибирск: СГУПС, 1999. - 300 с. - Библиогр.: с. 277-300. - ISBN 5-230-12063-8
19. Анциферов В. В. Оптика лазеров / В. В. Анциферов, И. И. Рогов. - Новосибирск: СГУПС, 1998. - 227 с. : ил.
20. Ахманов С. А. Физическая оптика : [учеб. для вузов по направлению и специальности "Физика"] / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. - 2-е изд. - М.: Изд-во Моск. университета: Наука, 2004. - 654 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-211-04858-X
21. Бакланов Е. В. Физические основы теории лазеров / Бакланов Е. В. - Новосибирск: НГУ, 2010.
22. Бейли, Дэвид. Волоконная оптика : теория и практика: [пер. с англ.] / Дэвид Бейли, Эдвин Райт. - М.: КУДИЦ-Образ, 2006. - 320 с. : ил. ; 21 см. - (Сетевые технологии). - Пер.

- изд. : Practical fiber optics / D. Bailey, E. Wright. - ISBN 5-9579-0093-1
23. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики. - СПб. : Лань, 2004. - 665 с.
24. Бочкарев Н. Н. Прикладная атмосферная оптоакустика мощных лазерных пучков / Н. Н. Бочкарев.-строит. ун-т. - Томск, 2008. - 318 с. - ISBN 981-5-93057-231-5
25. Быков В. П. Лазерные резонаторы / В.П. Быков, О.О. Силичев. - М.: Физматлит, 2003. - 319 с. : ил. - Библиогр.: с. 310-319. - ISBN 5-9221-0297-4
26. Быков В. П. Лазерная электродинамика : элементар. и когерент. процессы при взаимодействии лазер. излучения с веществом / В. П. Быков. - М.: Физматлит, 2006. - 384 с. : ил., нот. - Библиогр.: с. 379-380. - 300 экз. - ISBN 5-9221-0665-1
27. Гуртов В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие: [для вузов по специальности 010701 "Физика"] / В. Гуртов. - 2-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2005. - 406, [1] с. : ил. ; 25 см. - (Мир электроники ; VII-16). - Предм. указ.: с. 405-406. - Библиогр.: с. 401-404. - 2000 экз. - ISBN 5-94836-060-1
28. Дмитриев, В.Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта: монография. - М.: Физматлит, 2001. - 256 с.
29. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. - М.: Физматлит, 2004. - 512 с. - ISBN 5-9221-0453-5
30. Желтиков А. М. Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики / А. М. Желтиков. - М. :Физматлит, 2006. - 294 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце гл. - 400 экз. - ISBN 5-9221-0693-7
31. Жмудь В. А. Моделирование и оптимизация систем управления лазерным излучением в среде VisSim : учеб. пособие / В. А. Жмудь ; Новосиб. гос. техн. ин-т. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2009. – 116 с.
32. Запасский В. С. Англо-русский словарь по оптике = English-russiandictionaryofoptics :ок. 28000 терминов / В. С. Запасский. - Москва : РУССО, 2005. - 393, [1] с. ; 22 см. - 1060 экз. - ISBN 5-88721-278-0
33. Зуев В. В. Лидарный контроль стратосферы / В. В. Зуев ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т оптики атмосферы. - Новосибирск : Наука, 2004. - 306 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце гл. - 400 экз. - ISBN 5-02-032419-1
34. Ищенко, Е.Ф. Поляризационная оптика: учебное пособие / Е.Ф. Ищенко, А.Л. Соколов. - М. :Физматлит, 2012. - 452 с.
35. Калитеевский Н. И. Волновая оптика: [Учеб. пособие для вузов по направлению "Физика" и спец. "Оптика"] / Н.И. Калитеевский. - 3-е изд. перераб. и доп. - М. :Высш. шк., 1995. - 463 с. : ил. - ISBN 5-06-003083-0
36. Козлов С. А. Основы фемтосекундной оптики / С. А. Козлов, В. В. Самарцев. - М. :Физматлит, 2009. - 291 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 271-291. - 300 экз. - ISBN 978-5-9221-1140-9
37. Кузнецов С. Петрович. Динамический хаос: Курс лекций: [Учеб. пособие по физ. спец.] / С. П. Кузнецов. - М. :Физматлит, 2001. - 295 с. : ил. - (Современная теория колебаний и волн). - ISBN 5-94052-044-8
38. Ландсберг Г. С. Оптика : [учебное пособие для физических специальностей вузов] / Г. С. Ландсберг. - Изд. 6-е, стер. - М. :Физматлит, 2010. - 848 с. : ил. ; 23 см. - Предм. указ.: с. 844-848. - 1500 экз. - ISBN 978-5-9221-0314-5 (+ 1976)
39. Летохов В.С. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения / Летохов В.С., Чеботаев В.П. - М.: Наука, 1990. - 511 с.
40. Менский М. Б. Квантовые измерения и декогеренция / М.Б. Менский; [Пер. с англ. Кувычко И.В.]. - М. :Физматлит, 2001. - 227 с. :ил. - Пер. изд. : Quantum measurements and decoherence. Models and phenomenology / М.В. Mensky. - ISBN 5-9221-0071-8

41. Методы компьютерной оптики : [Учеб. для вузов по направлению 511600 "Прикладные математика и физика" / А. В. Волков, Д. Л. Головашкин, Л. Л. Досколович и др.] ; Под ред. В. А. Соффера. - 2-е изд., испр. - М. :Физматлит, 2003. - 683 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9221-0434-9
42. Мешалкин Ю. П. Двухфотонное поглощение: физика процессов, методы измерения сечений / Ю. П. Мешалкин, В. А. Светличный. - Томск : Том. гос. университет, 2006. - 118, [1] с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 110-118. - 250 экз. - ISBN 5-94621-179-X
43. Новотный, Лукас. Основы нанооптики / Л. Новотный, Б. Хехт ; пер. с англ. А. А. Коновко, О. А. Шутовой под ред. В. В. Самарцева. - М. :Физматлит, 2009 и 2011. - 482, [1] с. : ил. ; 25 см. - Предм. указ.: с. 469-482. - Библиогр. в конце гл. - Пер. изд. :Principlesofnano-optics / L. Novotny, V. Hecht. - 500 экз. - ISBN 978-5-9221-1095-2
44. Оптико-информационные измерительные и лазерные технологии и системы / науч. ред. Ю. В. Чугуй. - Новосибирск: Гео, 2012. - 453, [1] с. : ил. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-904683-00-9
45. Риле, Фриц. Стандарты частоты: принципы и прил. / Ф. Риле ; пер. с англ. Н. Н. Колачевского. - М. :Физматлит, 2009. - 511 с. - Библиогр.: с. 463-511. - Пер. изд. :Frequencystandarts / F. Riehle. - 200 экз. - ISBN 978-5-9221-1096-9
46. Самарцев, Виталий Владимирович. Коррелированные фотоны и их применение / В. В. Самарцев. - М.: Физматлит, 2013. - 167 с. : ил. ; 23 см. - Библиогр.: с. 154-167. - 250 экз. - ISBN 978-5-9221-1511-7
47. Самарцев В. В. Коррелированные фотоны и их применение / В. В. Самарцев. - М. :Физматлит, 2013. - 167 с. - Библиогр.: с. 154-167. - ISBN 978-5-9221-1511-7
48. Скалли, Марлен Орвил. Квантовая оптика / М.О. Скалли; Пер. с англ. Калачева А.А. и др.; Под ред. Самарцева В.В. - М. :Физматлит, 2003. - 510 с. : ил. - Пер. изд. : Quantumoptics/ Scully M.O., Zubairy M.S. - ISBN 5-9221-0398-9. - ISBN 0-521-43458
49. Тарасов, Лев Васильевич. Физика лазера / Л. В. Тарасов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : URSS, 2010. - 439 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-397-00951-5
50. Трехмерная лазерная модификация объемных светочувствительных материалов / Под ред. П.Е. Твердохлеба. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. - 352 с.
51. Фортов В. Е. Экстремальные состояния вещества : [учебное пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика"] / В. Е. Фортов. - М. :Физматлит, 2010 (+ 2009). - 303 с. - Библиогр.: с. 279-303. - 500 экз. - ISBN 978-5-9221-1104-1
52. Ханин, Яков Израилевич. Лекции по квантовой радиофизике / Я. И. Ханин ; [вступ. ст. О. А. Кочаровской]; Рос. акад. наук, Ин-т прикладной физики. - Нижний Новгород : ИПФ, 2005. - 223 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 219-220. - 500 экз. - ISBN 5-8048-0057-4
53. Хомич, Владислав Юрьевич. Основы создания систем электроразрядного возбуждения мощных СО₂-, N₂- и F₂-лазеров / В. Ю. Хомич, В. А. Ямшиков. - М. :Физматлит, 2014. - 165, [1] с. : ил. ; 23 см. - Библиогр. в конце гл. - 250 экз. - ISBN 978-5-9221-1583-4
54. 3D лазерные информационные технологии / П.Е. Твердохлеб, В.П. Коронкевич, Э.Г. Косцов, Ю.Н. Дубнищев ; Отв. ред. Твердохлеб П.Е. - Новосибирск : [б. и.], 2003. - 550 с. - ISBN 5-85957-026-0

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры ИЛФ СО РАН
<http://www.laser.nsc.ru/kafedra-kvantovoj-elektroniki/>

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения модуля

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы SpringerJournals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterial.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы FreedomCollection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по модулю

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплин по модулю используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по модулю и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по модулю

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости по модулю «Лазерная физика» представляет собой контроль результатов освоения дисциплин, входящих в состав модуля: «Лазерная плазма для научных исследований», «Преобразователи частоты лазерного излучения в среднем, ИК и ТГц диапазонах», «Современные проблемы лазерной физики и фотоники», «Оптические стандарты частоты» и «Дополнительные главы квантовой оптики».

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена. Кандидатский экзамен проводится по программе, соответствующей примерной программе, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатских экзаменов (экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом ректора НГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) НГУ в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии.

В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Для оценивания знаний обучающегося в рамках проведения кандидатского экзамена используются следующие оценочные средства:

1. Портфолио - целевая подборка работ студентов, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах;
2. Экзаменационный билет - комплекс вопросов и задач.

Кандидатский экзамен проводится экзаменационной комиссией по билетам (программам), утверждаемым деканом физического факультета НГУ. Для подготовки экзаменуемый использует листы ответа, которые хранятся в деле обучающегося вместе с протоколом экзамена.

В случае неявки экзаменуемого на кандидатский экзамен по уважительной причине (при наличии подтверждающих документов) он может быть допущен приказом ректора к сдаче кандидатского экзамена в течение текущего периода приема экзаменов.

В случае получения неудовлетворительной оценки передача кандидатского экзамена в течение текущего периода приема экзаменов не допускается. Передача кандидатского экзамена с положительной оценки на другую положительную оценку не допускается. Оценка уровня знаний экзаменуемого определяется экзаменационными

комиссиями по пятибалльной шкале.

Оценка выставляется простым большинством голосов членов экзаменационной комиссии. При равенстве голосов решающей считается оценка председателя.

Экзаменуемым может быть в двухдневный срок подана апелляция ректору о несогласии с решением экзаменационной комиссии.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе не менее одного доктора наук.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указываются, в том числе, код и наименование направления подготовки, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование научной специальности, наименование отрасли науки, по которой подготавливается научно-квалификационная работа (диссертация).

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по модулю Лазерная физика

Таблица 10.2 Критерии оценки сформированности компетенций¹ в рамках промежуточной аттестации по модулю

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован (неудовлетворительно)	Пороговый уровень (удовлетворительно)	Базовый уровень (хорошо)	Продвинутый уровень (отлично)
УК - 1	Портфолио (презентация), устное сообщение	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности. (УК-1.1) Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования. (УК-1.2)	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при решении поставленных задач.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Наличие минимального уровня умений при решении поставленных задач.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не полностью отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при решении поставленных задач.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при решении поставленных задач на высоком уровне.
УК -5	Портфолио (презентация), устное сообщение	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач. (УК-5.1).	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и

¹ Выбор показателя сформированности компетенции (укрупненной характеристики компетенции) из представленных для оценки осуществляется случайным образом

		<p>Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования. (УК-5.2). Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования. (УК-5.3).</p>	<p>выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. Отсутствие навыков владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне.</p>	<p>Наличие минимального уровня умений при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. Наличие минимального уровня владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>несущественных ошибок либо не полностью отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. Демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. На высоком уровне демонстрирует умения при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. На высоком уровне демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>
ОПК - 1	<p>Портфолио (презентация), устное сообщение</p>	<p>Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности. (ОПК-1.1). Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствие умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Наличие минимального уровня умений при определении применения современных</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не отвечает на дополнительные вопросы. Минимально</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. На высоком уровне демонстрирует</p>

		<p>исследования (ОПК-1.2). Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады (ОПК-1.3).</p>	<p>коммуникационные технологии. Доклад не последователен, не ясна суть работы</p>	<p>научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологии. Доклад не в полной мере отражает суть работы, нарушена последовательность</p>	<p>допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество неглубоких ошибок. Демонстрирует умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологии. Доклад отражает суть работы, но нарушена последовательность</p>	<p>умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологии. Доклад отражает суть работы, последователен.</p>
ПК-1	<p>Вопрос экзаменационного билета</p>	<p>Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования (ПК-1.1) Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-1.2).</p>	<p>Не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания и умения в профессиональной области деятельности</p>	<p>Демонстрирует общие знания и умения базовых понятий в профессиональной области деятельности</p>	<p>Демонстрирует хорошие знания и умения базовых понятий в профессиональной области деятельности, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках</p>	<p>Демонстрирует углубленные знания и умения базовых понятий и моделей в профессиональной области деятельности</p>
ПК-2	<p>Вопрос</p>	<p>Знать физические основы</p>	<p>Не владеет (знания</p>	<p>Владеет (знания</p>	<p>Владеет (знания и</p>	<p>Свободно владеет</p>

	<p>экзаменационного билета</p>	<p>базовых экспериментов в зависимости от спецификации профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-2.1) Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от спецификации профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-2.2)</p>	<p>и умения) основными физическими понятиями и законами в профессиональной области деятельности</p>	<p>и умения) базовыми понятиями в профессиональной области деятельности</p>	<p>умения) всеми понятиями, в профессиональной области деятельности и понимает их взаимосвязь, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках</p>	<p>(знания и умения) всеми понятиями, в профессиональной области деятельности, понимает их взаимосвязь и применимости</p>
--	--------------------------------	--	---	---	---	---

Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по модулю

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается комиссией. Каждая решённая задача и каждый вопрос категории оценивается от 2 до 5 баллов. Соответствие уровня сформированности компетенции и оценки определяются следующим образом: не сформирована - 2 балла («неудовлетворительно»), пороговый уровень - 3 балла («удовлетворительно»), базовый уровень - 4 балла («хорошо») и продвинутый уровень - 5 баллов («отлично»).

Положительная оценка (3 балла и выше) ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Для получения положительной оценки необходимо продемонстрировать пороговый уровень при решении не менее двух задач из разных категорий. Если решено более двух задач из разных категорий, при дальнейшем расчете итоговой оценки учитывают два лучших результата решения задач из разных категорий.

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется комиссией как среднее арифметическое баллов, полученных за решение задач и за ответы на вопросы с округлением по математическим правилам. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
«неудовлетворительно» (уровень компетенций не сформирован)	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий в профессиональной области, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания
«удовлетворительно» (сформирован пороговый уровень компетенций)	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов
«хорошо» (сформирован базовый уровень компетенций)	Аспирант в основном демонстрирует углубленные знания в профессиональной области базовых понятий, моделей, теорий, свободно владеет всеми основными разделами современной физики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы
«отлично» (сформирован продвинутый уровень компетенций)	Аспирант демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей лазерной физики, свободно владеет всеми основными разделами современной лазерной физики и фотоники, генерации, преобразования частоты и распространения лазерного излучения

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

1. Форма экзаменационного билета и перечень экзаменационных задач и вопросов.

Форма экзаменационного билета представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

<p style="text-align: center;">Новосибирский государственный университет Кандидатский экзамен</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">наименование модуля</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">наименование образовательной программы</p> <p style="text-align: center;">ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</p> <p>1. Вопрос 1. 2. Вопрос 2.</p> <p>Составитель: _____ И. О. Фамилия (подпись)</p> <p>Ответственный за образовательную программу: _____ И. О. Фамилия (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 ____ г.</p>
--

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену

1. Пространственная когерентность.
2. Дифракция на двух щелях.
3. Многомодовый режим генерации лазера.
4. Синхронизация мод.
5. Генерация сверхкоротких импульсов.
6. Лазер с нелинейно-поглощающей ячейки
7. Волновой пакет в диспергирующей среде. Фазовая и групповая скорость.
8. Дифракция на решетке щелей. Спектрометр с дифракционной решеткой.
9. Резонанс двухфотонного поглощения в газе в поле стоячей волны.
10. Прецизионное измерение частоты перехода 1S-2S атома водорода
11. Волоконно-оптические линии связи. Плоский диэлектрический волновод.
12. Временная когерентность. Интерферометр Майкельсона.
13. Резонанс насыщенного поглощения в газе. Провал Лэмба.
14. Оптическая активность. Эффект Фарадея.
15. Дифракция света на звуковой волне. Акустооптический модулятор.
16. Акустооптический дефлектор.
17. Принцип работы лазера. Условия генерации. Мощность генерации.
18. Радиационная вероятность перехода. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий.
19. Генерация второй гармоники в кристалле. Условия синхронизма

20. Кратковременная и долговременная стабильность частоты лазера.
21. Воспроизводимость частоты. Параметр Аллана.
22. Интерферометр Фабри-Перо.
23. Электрооптические явления. Эффект Поккельса. Полуволновое напряжение.
24. Стабилизация частоты по резонансу насыщенного поглощения (линии метана и йода). Фазовая привязка лазеров.
25. Сила резонансного светового давления. Охлаждение атомного пучка
26. Полупроводниковые лазеры. Получение инверсии. Предельная ширина линии генерации.
27. Физические факторы, влияющие на положение частоты стабильного лазера: столкновения, квадратичный эффект Доплера, эффект отдачи.
28. Оптические резонаторы.
29. Продольные и поперечные моды. Потери. Устойчивость резонаторов.
30. Фотодиоды. Быстродействие. Шумы фотодиода.
31. Пролетное уширение линии. Резонансы в разнесенных оптических полях.

Пример экзаменационного билета

1. Волоконно-оптические линии связи. Плоский диэлектрический волновод.
2. Временная когерентность. Интерферометр Майкельсона.
3. Вопрос по предмету исследований

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, осваивающих модуль «Лазерная физика» в текущем учебном году.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по модулю требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

