

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

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.