Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.
“___”_____ _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Лазеры на свободных электронах

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

Курс: 2, семестр : 3

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2
2	Всего часов	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	20
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	1
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	
10	Самостоятельная работа, час.	52
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	
12	Вид аттестации	3

Новосибирск 2017

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 03.04.02 Физика

ФГОС введен в действие приказом №913 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 23.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 03.04.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.ф-м.н. Кулипанов Г. Н.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Бурдаков А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Бурдаков А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

***Компетенция ФГОС*: ОПК.6 способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе; *в части следующих результатов обучения*:**
з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности
у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач
***Компетенция ФГОС*: ПК.1** **способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта; *в части следующих результатов обучения*:**
у1. иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Лазеры на свободных электронах	
ПК.1.у1 иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности	
1.о современных технологиях, используемых в лазерах на свободных электронах	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.з3 понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	
2.Применение СИ в науке и технике	Лекции; Самостоятельная работа
3.особенности работы магнитов разного типа (вигглеры, ондуляторы)	Лекции; Самостоятельная работа
4.Излучение заряда, движущегося по окружности	Лекции; Самостоятельная работа
5.Излучение релятивистских электронов в магнитных периодических структурах. Лазер на свободных электронах.	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.у4 иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	
6.принципы работы лазера на свободных электронах	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Лазеры на свободных электронах				
1. Введение. Закон Кулона и понятие электрического поля. Излучение – следствие конечной скорости распространения возмущения и подтверждение реальности поля	0	1	1, 2	
2. Синхротронное излучение	0	2	1, 2	

3. Излучение при движении заряда по синусоидальной траектории	0	1	1, 4, 5, 6	
4. Движение заряженной частицы в магнитном поле	0	2	1, 4, 5	
5. Вигглеры и ондуляторы	0	2	1, 3, 5	
6. Ондуляторное излучение. Ондуляторное излучение и теория относительности	0	2	1, 3, 6	
7. Преобразования Лоренца	0	1	1, 4	
8. Спонтанное , вынужденное и когерентное излучения	0	2	1, 5	
9. Вынужденное ондуляторное излучение	0	2	1, 3, 5	
10. Простейший ЛСЭ-генератор	0	1	1, 6	
11. ЛСЭ в сопровождающей системе отсчета	0	1	1, 6	
12. ЛСЭ В ИЯФ	1	1	1, 6	

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Подготовка к занятиям	2	40	0
: Карлов Н. В. Лекции по квантовой электронике : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Н. В. Карлов. - М., 1983. - 318, [1] с. : ил.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	12	0
, подробная информация приведена в приложении №2 : Карлов Н. В. Лекции по квантовой электронике : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Н. В. Карлов. - М., 1983. - 318, [1] с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 3	
Лекция:	
Зачет:	100
Контролирующие материалы - список вопросов	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
			Зачет
ОПК.6	з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности		+
	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач		+
ПК.1	у1. иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Маршалл Т. С. Лазеры на свободных электронах / Т. Маршалл ; пер. с англ. А. Н. Сандалова. - М., 1987. - 238 с. : ил.

2. Генераторы когерентного излучения на свободных электронах : сборник статей / пер. с англ. В. П. Попонина ; под ред. А. А. Рухадзе. - М., 1983. - 258, [1] с. : ил.

3. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики : [учебник] / Е. В. Бакланов ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2011. - 130 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154906

Дополнительная литература

1. Федоров М. В. Электрон в сильном световом поле : [монография] / М. В. Федоров. - М., 1991. - 222, [1] с.

2. Синхротронное излучение : свойства и применение / под ред. К. Кунца ; пер. с англ. под ред. С. П. Капицы, И. М. Тернова. - М., 1981. - 526 с. : ил.

3. Кулипанов Г. Н. Синхротронное излучение в комплексе междисциплинарных исследований // Интеграционные программы фундаментальных исследований. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. - С. 505-517.

4. Использование синхротронного излучения для исследования многослойных наноструктур / Ю. М. Золотаревский [и др.] // Измерительная техника. - 2010. - № 7. - С. 32-35.

Интернет-ресурсы

1. Винокуров Н.А. Лазеры на свободных электронах [Электронный ресурс] / Н.А. Винокуров. - Режим доступа : http://www.inp.nsk.su/chairs/accel/refs/FEL_lections.pdf. - Загл. с экрана.

2. ЭБС НГТУ : http://elibrary.nstu.ru/

3. ЭБС «Издательство Лань» : https://e.lanbook.com/

4. ЭБС IPRbooks : http://www.iprbookshop.ru/

5. ЭБС "Znanium.com" : http://znanium.com/

6. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. - СПб. [и др.], 2011. - 313 с. : граф., схемы

2. Карлов Н. В. Лекции по квантовой электронике : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Н. В. Карлов. - М., 1983. - 318, [1] с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н., доцент И.И. Корель
“___”_____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лазеры на свободных электронах

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

Новосибирск 2017

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Лазеры на свободных электронах приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	**Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)**	**Темы**	**Этапы оценки компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ОПК.6/НИС способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	Введение. Закон Кулона и понятие электрического поля. Излучение – следствие конечной скорости распространения возмущения и подтверждение реальности поля Вигглеры и ондуляторы Вынужденное ондуляторное излучение Движение заряженной частицы в магнитном поле Излучение при движении заряда по синусоидальной траектории Ондуляторное излучение. Ондуляторное излучение и теория относительности Преобразования Лоренца Синхротронное излучение Спонтанное, вынужденное и когерентное излучения		Зачет, вопросы теста 1 - 6
ОПК.6/НИС	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	Излучение при движении заряда по синусоидальной траектории ЛСЭ В ИЯФ ЛСЭ в сопровождающей системе отсчета Ондуляторное излучение. Ондуляторное излучение и теория относительности Простейший ЛСЭ-генератор		Зачет, вопросы теста 7 - 9
ПК.1/НИС способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	у1. иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности	Введение. Закон Кулона и понятие электрического поля. Излучение – следствие конечной скорости распространения возмущения и подтверждение реальности поля Вигглеры и ондуляторы Вынужденное ондуляторное излучение Движение заряженной частицы в магнитном поле Излучение при движении заряда по синусоидальной траектории ЛСЭ В ИЯФ ЛСЭ в сопровождающей системе отсчета Ондуляторное излучение. Ондуляторное излучение и теория относительности Преобразования Лоренца Простейший ЛСЭ-генератор Синхротронное излучение Спонтанное, вынужденное и когерентное излучения		Зачет, вопросы теста 1 - 10

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 3 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.6/НИС, ПК.1/НИС.

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.6/НИС, ПК.1/НИС, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электрофизических установок и ускорителей

Паспорт зачета

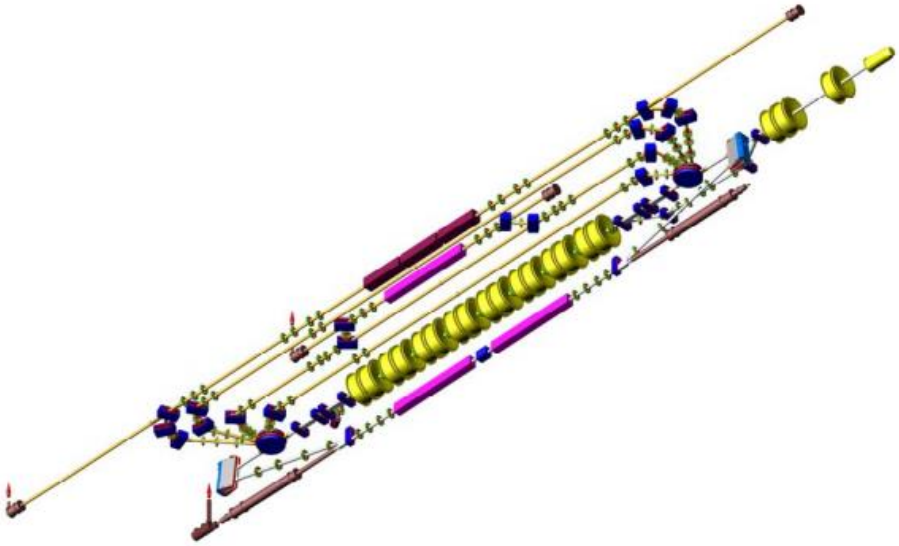
по дисциплине «Лазеры на свободных электронах», 3 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. Тест включает в себя 6 вопросов с возможностью выбора варианта ответа. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Пример теста для зачета

1 Вопрос. Что изображено на рисунке?



1. Общий вид магнитной системы ускорителя-рекуператора второй очереди.
2. Общий вид одного из каналов Новосибирского ЛСЭ.

2 Вопрос. Как называются устройства, располагаемые в прямолинейных промежутках накопителей электронов, создающие знакопеременное периодическое магнитное поле?

1. Вигглеры и ондуляторы
2. Гиротроны

3 Вопрос. Для какого параметра ЛСЭ используется данная формула

$$K = eB\lambda_0/(2\pi mc)$$

1. Коэффициент полезного действия
2. Параметр ондуляторности

4 Вопрос. Что означает режим работы ЛСЭ «SASE»?

1. Самоусиленная спонтанная эмиссия
2. Самоусиленная спонтанная инжекция

5 Вопрос. Что происходит с интенсивностью излучения из ЛСЭ за счет того, что все микросгустки излучают когерентно

1. Уменьшается
2. Увеличивается

6 Вопрос. Реализация полностью пространственно-когерентного источника станет возможной, если фазовый объем оптического источника будет?

1. Меньше дифракционного предела
2. Больше дифракционного предела.

2. **Критерии оценки**

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент верно ответил на 3 и менее вопроса теста, оценка составляет *25 баллов.*
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент верно ответил на 4 вопроса теста, оценка составляет *от 26 до 50 баллов.*
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент верно ответил на 5 вопросов теста, оценка составляет *от 51 до 75 баллов.*
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент верно ответил на 6 вопросов теста, оценка составляет от 76 до 100 *баллов.*

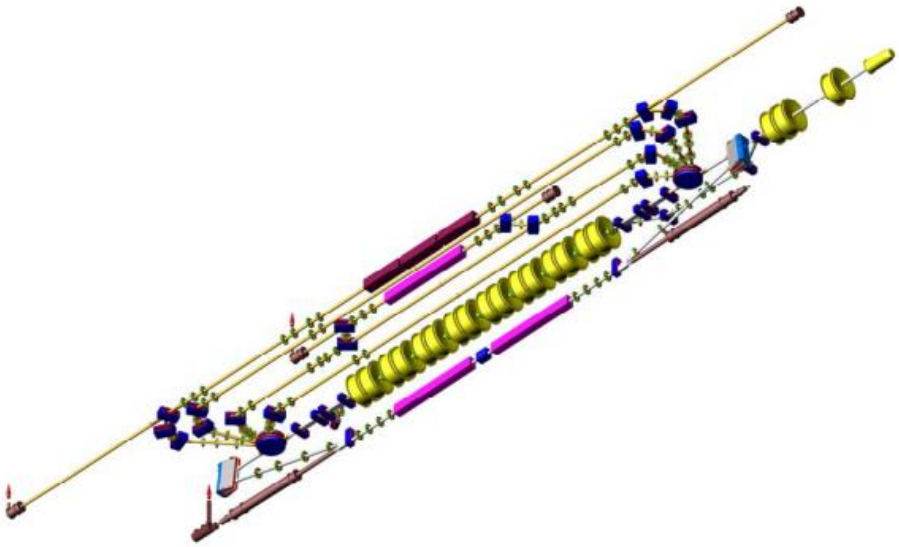
3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. **Вопросы к** зачету **по дисциплине «**Лазеры на свободных электронах**»**

1 Вопрос. Что изображено на рисунке?



3. Общий вид магнитной системы ускорителя-рекуператора второй очереди.
4. Общий вид одного из каналов Новосибирского ЛСЭ.

2 Вопрос. Как называются устройства, располагаемые в прямолинейных промежутках накопителей электронов, создающие знакопеременное периодическое магнитное поле?

3. Вигглеры и ондуляторы
4. Гиротроны

3 Вопрос. Для какого параметра ЛСЭ используется данная формула

$$K = eB\lambda_0/(2\pi mc)$$

3. Коэффициент полезного действия
4. Параметр ондуляторности

4 Вопрос. Что означает режим работы ЛСЭ «SASE»?

3. Самоусиленная спонтанная эмиссия
4. Самоусиленная спонтанная инжекция

5 Вопрос. Что происходит с интенсивностью излучения из ЛСЭ за счет того, что все микросгустки излучают когерентно

3. Уменьшается
4. Увеличивается

6 Вопрос. Реализация полностью пространственно-когерентного источника станет возможной, если фазовый объем оптического источника будет?

3. Меньше дифракционного предела
4. Больше дифракционного предела.

1 Вопрос. Что требуется для снижения интенсивности излучения на поверхности зеркал оптического резонатора?

1. Следует выбирать максимальную длину резонатора.
2. Следует выбирать минимальную длину резонатора.

2 Вопрос. В чьей работе было впервые рассмотрено излучение релятивистских электронов в периодических

1. Курчатов
2. Гинзбург

3 Вопрос. За счёт чего модуляции энергии становится достаточной для модуляции плотности вдоль сгустка.

1. Оптический клистрон
2. Волноводный резонатор

4 Вопрос. Каким излучением является терагерцовое излучение?

1. Неионизирующее
2. Ионизирующее

5 Вопрос. На сколько отстает электронный сгусток от электромагнитной волны на каждом периоде ондулятора?

1. На длину волны излучения
2. На половину длины волны излучения

6 Вопрос. Змейка с сильным магнитным полем и большим периодом, отклоняющая траекторию электронов на большой угол и предназначенная для генерации излучения со спектром, типичным для СИ.

1. Синхротрон
2. Вигглер