

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
Техника плазменного эксперимента

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

Курс: 1, семестр : 2

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
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.	4
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

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:

доцент, к.ф-м.н. Полосаткин С. В.

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:
з2. знать принципы работы современного исследовательского оборудования, включая автоматизированные системы

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Техника плазменного эксперимента</i>	
ПК.1.32 знать принципы работы современного исследовательского оборудования, включая автоматизированные системы	
1.принципы работы современного плазменного оборудования	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.33 понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	
2.основные методы нагрева плазмы	Лекции; Самостоятельная работа
3.устройство магнитных систем установок термоядерного синтеза	Лекции; Самостоятельная работа
4.принципы поддержания баланса энергии и вещества в термоядерном реакторе	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.у4 иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	
5.расчетов стационарных двумерных магнитных полей	Лекции; Самостоятельная работа
6.проводить расчеты импульсных переходных процессов в накопителях энергии	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: 2				
Дидактическая единица: История плазменных исследований и основные термоядерные программы				
1. Краткая история развития плазменного эксперимента.	0	1	1, 3, 4	Лекция
2. Основные термоядерные программы.	0	1	1, 3, 4	

15. Токамак ИТЭР	2	2	2, 3, 4	Дискуссия об основных технических элементах реактора ИТЕР с привлечением специалистов, участвующих в этом проекте
Дидактическая единица: Магнитные системы плазменных установок				
3. Особенности проектирования магнитных систем плазменных установок. Требования к магнитным полям	0	2	1, 3, 5	Лекция
4. Замкнутые магнитные системы. Токамак и стелларатор	1	1	3	Лекции
5. Открытые ловушки для удержания плазмы	1	1	3	Лекции
Дидактическая единица: Системы создания плазмы и поддержания баланса частиц				
7. Баланс частиц в термоядерной установке, методы поддержания баланса частиц	0	1	4	Лекция
8. Системы и устройства газонапуска	0	1	4	Лекция
9. Применение пеллет-инъекции для ввода частиц в плазму	0	1	4	Лекция
10. Системы создания плазмы. Типы газовых разрядов. Генераторы плазмы и плазменные пушки	0	2	4	Лекции
Дидактическая единица: Системы нагрева плазмы				
11. Энергобаланс термоядерного реактора	0	1	2, 4	Лекция
12. Электронные пучки для нагрева плазмы	0	1	2, 4, 6	Лекция
13. Ионные и атомарные пучки для нагрева плазмы	0	1	2, 4	Лекция
14. Системы высокочастотного нагрева плазмы	0	1	2, 4	
Дидактическая единица: Системы питания плазменных установок				
6. Накопители энергии для формирования магнитного поля	0	1	1, 6	Лекция

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Подготовка к занятиям	5	18	2
: Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087248				
2	Дополнительная учебная деятельность	5	16	2
: Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087248				

3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 6	18	2
, подробная информация приведена в приложениях №1 №2 : Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087248				

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	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять 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: 2	
<i>Лекция:</i>	80
<i>Зачет:</i>	20

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	з2. знать принципы работы современного исследовательского оборудования, включая автоматизированные системы		+

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

7. Литература

Основная литература

1. Воронов В. К. Современная физика : [учебное пособие для вузов по техническим и естественно-научным специальностям] / В. К. Воронов, А. В. Подоплелов. - М., 2005. - 510 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. Рютов Д.Д. Открытые ловушки [Электронный ресурс] / Д.Д. Рютов // Успехи физических наук. - 1988. - №4. - Режим доступа : <http://ufn.ru/ru/articles/1988/4/b/>. - Загл. с экрана.
4. Иванов А.А. Газодинамическая ловушка: результаты исследований и перспективы [Электронный ресурс] / А.А. Иванов, В.В. Приходько // Успехи физических наук. - 2017. - № 5. - с.547–574. - Режим доступа : <http://ufn.ru/ru/articles/2017/5/e/>. - Загл. с экрана.
5. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
6. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
7. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087248

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

Техника плазменного эксперимента

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Техника плазменного эксперимента 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	Баланс частиц в термоядерной установке, методы поддержания баланса частиц Замкнутые магнитные системы. Токамак и стелларатор Ионные и атомарные пучки для нагрева плазмы Краткая история развития плазменного эксперимента. Основные термоядерные программы. Особенности проектирования магнитных систем плазменных установок. Требования к магнитным полям. Открытые ловушки для удержания плазмы Применение пеллет-инжекции для ввода частиц в плазму Системы высокочастотного нагрева плазмы Системы и устройства газонапуска Системы создания плазмы. Типы газовых разрядов. Генераторы плазмы и плазменные пушки. Токамак ИТЭР Электронные пучки для нагрева плазмы Энергобаланс термоядерного реактора		Зачет, вопросы теста 1 - 10
ОПК.6/НИС	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	Накопители энергии для формирования магнитного поля Особенности проектирования магнитных систем плазменных установок. Требования к магнитным полям Электронные пучки для нагрева плазмы		Зачет, вопросы теста 7, 8
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	з2. знать принципы работы современного исследовательского оборудования, включая автоматизированные системы	Краткая история развития плазменного эксперимента. Накопители энергии для формирования магнитного поля Основные термоядерные программы. Особенности проектирования магнитных систем плазменных установок. Требования к магнитным полям		Зачет, вопросы теста 6, 7, 8

отечественного и зарубежного опыта				
---------------------------------------	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 2 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 «Техника плазменного эксперимента», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. Билет включает в себя 10 вопросов с возможностью выбора правильного ответа из предложенных вариантов. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Пример теста для зачета

1.	Магнитные поля, получаемые в поворотных электромагнитах ускорителей без использования сверхпроводящих обмоток, ограничены индукцией насыщения стали на уровне 1. 0,5 Тл 2. 2 Тл 3. 10 Тл 4. 100 Тл
2.	В индуктивном накопителе энергии в объеме 1 м^3 создано магнитное поле 5 Тл. Энергия, запасенная в накопителе, равна 1. 20 кДж 2. 20 МДж 3. 20 ГДж
3.	При зарядке конденсаторной батареи с помощью источника постоянного тока потребляемая от сети мощность 1. Увеличивается в процессе зарядки 2. Уменьшается в процессе зарядки 3. Остается постоянной в процессе зарядки
4.	Атомарный водород имплантируется в поверхность толстой металлической мишени и диффундирует в ее глубину. Как зависит характерная глубина проникновения водорода от времени от начала имплантации? 1. Растет как квадратный корень из времени 2. Растет прямо пропорционально времени 3. Растет пропорционально квадрату времени
5.	Предельное магнитное поле, создаваемое сверхпроводящим проводом NbTi при температуре кипения жидкого гелия (4,2 К), равно 1. 1 Тл 2. 10 Тл 3. 100 Тл
6.	При какой минимальной энергии налетающего электрона может происходить ионизация атома водорода электронным ударом 1. 13,6 эВ 2. $13,6 \text{ эВ} \cdot m_p/m_e$ 3. $13,6 \text{ эВ} \cdot (m_p/m_e)^{0.5}$ m_e – масса электрона m_p – масса протона

7.	Скорость тройной рекомбинации в плазме пропорциональна 1. Концентрации электронов плазмы 2. Концентрации электронов плазмы в квадрате 3. Концентрации электронов плазмы в третьей степени
8.	При ограничении эмиссии электронов с катода пространственным зарядом ток эмиссии 1. Пропорционален напряжению на ускоряющем зазоре 2. Экспоненциально растет с напряжением на зазоре 3. Пропорционален напряжению в степени $3/2$
9.	В тлеющем разряде эмиссия электронов с катода происходит вследствие 1. Автоэлектронной эмиссии 2. Термоэлектронной эмиссии 3. Вторичной электронной эмиссии
10.	Протоны с энергией в 1 МэВ в твердом теле в основном теряют энергию вследствие 1. Ионизационных потерь 2. Разрушения кристаллической решетки 3. Генерации тормозного излучения

2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент ответил верно на 4 и менее вопросов теста, оценка составляет *менее 5 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент верно ответил на 5 – 6 вопросов теста, оценка составляет *от 6 до 10 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент верно ответил на 7- 8 вопросов теста, оценка составляет *от 11 до 15 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент верно ответил на 9 – 10 вопросов теста, оценка составляет *от 16 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 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 «Техника плазменного эксперимента»

1.	Магнитные поля, получаемые в поворотных электромагнитах ускорителей без использования сверхпроводящих обмоток, ограничены индукцией насыщения стали на уровне 5. 0,5 Тл 6. 2 Тл 7. 10 Тл 8. 100 Тл
2.	В индуктивном накопителе энергии в объеме 1 м^3 создано магнитное поле 5 Тл. Энергия, запасенная в накопителе, равна 4. 20 кДж 5. 20 МДж 6. 20 ГДж
3.	При зарядке конденсаторной батареи с помощью источника постоянного тока потребляемая от сети мощность 11. Увеличивается в процессе зарядки

	12. Уменьшается в процессе зарядки 13. Остается постоянной в процессе зарядки
4.	Атомарный водород имплантируется в поверхность толстой металлической мишени и диффундирует в ее глубину. Как зависит характерная глубина проникновения водорода от времени от начала имплантации? 4. Растет как квадратный корень из времени 5. Растет прямо пропорционально времени 6. Растет пропорционально квадрату времени
5.	Предельное магнитное поле, создаваемое сверхпроводящим проводом NbTi при температуре кипения жидкого гелия (4,2 К), равно 4. 1 Тл 5. 10 Тл 6. 100 Тл
6.	При какой минимальной энергии налетающего электрона может происходить ионизация атома водорода электронным ударом 4. 13,6 эВ 5. $13,6 \text{ эВ} \cdot m_p/m_e$ 6. $13,6 \text{ эВ} \cdot (m_p/m_e)^{0.5}$ m_e – масса электрона m_p – масса протона
7.	Скорость тройной рекомбинации в плазме пропорциональна 4. Концентрации электронов плазмы 5. Концентрации электронов плазмы в квадрате 6. Концентрации электронов плазмы в третьей степени
8.	При ограничении эмиссии электронов с катода пространственным зарядом ток эмиссии 4. Пропорционален напряжению на ускоряющем зазоре 5. Экспоненциально растет с напряжением на зазоре 6. Пропорционален напряжению в степени 3/2
9.	В тлеющем разряде эмиссия электронов с катода происходит вследствие 4. Автоэлектронной эмиссии 5. Термоэлектронной эмиссии 6. Вторичной электронной эмиссии
10.	Протоны с энергией в 1 МэВ в твердом теле в основном теряют энергию вследствие 4. Ионизационных потерь 5. Разрушения кристаллической решетки 6. Генерации тормозного излучения
1.	Для обнаружения микровключений элементов с большим атомным номером с помощью сканирующего электронного микроскопа используется 1. Режим регистрации вторичных электронов 2. Режим регистрации рассеянных электронов
2.	При рентгеноспектральном анализе используется 1. Характеристическое излучение 2. Тормозное излучение
3.	В методе ВИМС регистрируются 1. Ионы 2. Электроны 3. Фотоны
4.	При какой энергии сечение ионизации атома водорода, вычисленное по формуле Томсона, достигает максимума

	1. 13,6 эВ 2. 13,6 эВ*2 3. 13,6 эВ *2□ 4. 13,6 эВ*4
5.	Скорость фоторекомбинации в плазме пропорциональна 1. Концентрации электронов плазмы 2. Концентрации электронов плазмы в квадрате 3. Концентрации электронов плазмы в третьей степени
6.	При локальном термодинамическом ионизационном равновесии в плазме скорости тройной рекомбинации и фоторекомбинации 1. Сравнимы по величине 2. Скорость фоторекомбинации много больше скорости тройной рекомбинации 3. Скорость фоторекомбинации много меньше скорости тройной рекомбинации
7.	В каком спектральном диапазоне отсутствуют спектральные линии излучения атомарного водорода 1. Инфракрасное излучение 2. Видимое излучение 3. Ультрафиолетовое излучение 4. Рентгеновское излучение
8.	При зарядке конденсаторной батареи с помощью источника постоянного напряжения через токоограничивающий резистор потребляемая от сети мощность 5. Увеличивается в процессе зарядки 6. Уменьшается в процессе зарядки 7. Остается постоянной в процессе зарядки
9.	Конденсаторная батарея емкостью 1000 мкФ заряжается от источника постоянного напряжения через токоограничивающий резистор номиналом 1 кОм. Через какое время напряжение на конденсаторной батарее достигнет 99% напряжения источника питания 1. 1 с 2. 4,6 с 3. 10 с 4. 46 с
10.	Формирующая линия состоит из 10 ячеек с емкостью 1 мкФ и индуктивностью 2,5 мГн. Линия заряжается до напряжения 10 кВ, и затем замыкается на активную нагрузку номиналом 1000 Ом. Чему равно максимальное напряжение на нагрузке? 1. 5 кВ 2. 10 кВ 3. 20 кВ