

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Физика электронных и ионных процессов

**Код модуля**  
1159490

**Модуль**  
Электрофизические технологии

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Никулин Сергей Павлович	доктор физико-математических наук, профессор	Заведующий кафедрой	электрофизики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Никулин Сергей Павлович, Заведующий кафедрой, электрофизики

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физика электронных и ионных процессов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	9
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен Курсовая работа
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа
		2

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физика электронных и ионных процессов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-13 -Способность к профессиональной эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту приборов, электронных средств и электронных систем	З-1 - Различать основные принципы генерирования электрических импульсов большой мощности З-2 - Описывать устройство генераторов большой мощности З-3 - Различать способы генерирования, сжатия и трансформирования наносекундных импульсов с использованием линий с распределенными параметрами и активных сред З-4 - Описывать основные методы электрофизической обработки материалов; явления, происходящие в процессе обработки материалов корпускулярными и	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Курсовая работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>электромагнитными излучениями</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт работы с современными генераторами большой электрической мощности</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт использования ионной, электронной и лазерной технологий</p> <p>У-1 - Выбирать с учетом практических целей тип устройства и его составных частей для генерирования импульсов с определенными заданными параметрами</p> <p>У-2 - Выбирать необходимый электрофизический способ обработки конкретного материала</p> <p>У-3 - Выбирать рабочие параметры установки; применять на практике ионные, электронные и лазерные технологии при обработке материалов</p>	
<p>ПК-14 -Способен налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области физической электроники</p>	<p>З-1 - Различать основные принципы измерения быстропротекающих процессов в условиях действия электромагнитных полей</p> <p>З-2 - Различать правила построения эквивалентных схем измерения и правила согласования диагностического устройства и измерительного прибора</p> <p>З-3 - Характеризовать методы измерения основных параметров быстропротекающих электрофизических процессов</p> <p>З-4 - Определять элементы конструкции, параметры и характеристики приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт расчета диагностических устройств и их согласования с измерительными приборами</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Курсовая работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>для надежной регистрации параметров быстропротекающих электрофизических процессов</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор методик экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники</p> <p>У-1 - Выбирать с учетом практических целей методы измерения параметров процессов, рассчитывать диагностические устройства и согласовывать их с измерительным прибором</p> <p>У-2 - Использовать стандартные программные средства для расчета и моделирования параметров приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники</p>	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.9</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	5,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.1</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>

<i>выполнение практических заданий</i>	5,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.9</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.1</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ</i>	6,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение курсовой работы</i>	6,17	100
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0.5</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0.5</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

**Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)



3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Дуга с катодным пятном.
2. Ёмкостной ВЧ – разряд.
3. Формирование пучков высокой плотности.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Экспериментальная проверка закона «степени трех вторых».
2. Экспериментальная проверка закона термоэмиссии.
3. ВАХ электронного диода с термокатодом.
4. ВАХ электронного диода с плазменным катодом.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

#### 5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Движение заряженных частиц в газе и вакууме.

Примерные задания

1. Какую долю энергии отдает электрон в среднем при каждом упругом столкновении с покоящимся нейтральным атомом?

2. Какой минимальной кинетической энергией должны обладать электрон и ион для ионизации газа?

3. Вычислить длину свободного пробега электронов для ионизации, если электрон образуется при бета-распаде радиоактивного  $^{85}\text{Kr}$  при  $p = 28,5$  мм рт. ст. и  $T = 273$  К. При энергии  $225$  кэВ сечение ионизации  $2 \cdot 10^{-19}$  см<sup>2</sup>. Как изменится длина свободного пробега для ионизации; если газ нагреть до температуры  $T = 760$  К при неизменном давлении?

4. Рассчитать число ионов, рождающихся в 1 с в за счет ионизации атомов  $^{85}\text{Kr}$  (бета-электронами, образующимися при его радиоактивном распаде), если при пробеге в этом газе электроны теряют в среднем энергию  $11,2$  эВ/см. Активность радиоактивного газа принт равной  $2$  Ки. Давление газа  $p = 28,5$  мм рт. ст., расстояние между плоскими электродами в виде дисков  $L = 1$  см; их радиусы  $r_a = r_k = 1,77$  см. Энергия ионизации криптона  $14$  эВ.

5. Получить формулу для определения скорости ионизации газа быстрыми нейтральными атомами, считая сечение ионизации не зависящим от скорости.

6. Во сколько раз ток проводимости электронов превышает ток проводимости положительных ионов в слабо ионизированной гелиевой плазме? Давление газа  $p = 1$  мм рт. ст., Напряженность электрического поля  $E = 3$  В/см, частота столкновений электронов с нейтральными атомами  $\nu_{ea} = 2,3 \cdot 10^9$  с<sup>-1</sup>.

7. Найти изменение функции распределения электронов по скоростям в слабо ионизированной пространственно однородной стационарной плазме при помещении ее в слабое электрическое поле, направленное вдоль оси  $z$ . Функцию распределения электронов в отсутствие электрического поля считать максвелловской.

8. Получить формулы для плотности тока проводимости и удельной проводимости в слабо ионизированной пространственно однородной стационарной плазме. Электрическое поле считать слабым. Для примера оценить плотность тока и удельную проводимость в гелиевой плазме положительного столба при средней по сечению концентрации электронов в ней  $4,3 \cdot 10^{10}$  см<sup>-3</sup>. Продольная напряженность электрического поля  $E = 4$  В/см, средняя частота столкновений электронов с нейтральными атомами  $\nu_{ea} = 2,3 \cdot 10^8$  с<sup>-1</sup>.

9. Показать, что плотность потока частиц при изотропной функции распределения равна нулю.

10. Показать, что плотность потока энергии при изотропной функции распределения равна нулю.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Газоразрядные процессы.

Примерные задания

1. Получить условие существования стационарного несамостоятельного разряда, полагая, что под действием внешнего ионизатора с единицы поверхности плоского катода в единицу времени вылетает  $n_0$  электронов. Объемной ионизацией газа положительными ионами пренебречь.

2. Получить условие существования стационарного самостоятельного разряда при предположениях, сформулированных в предыдущей задаче.
3. Почему увеличивается катодное падение потенциала при переходе от нормального тлеющего разряда к поднормальному и аномальному тлеющим разрядам
4. Чем вызывается переход к несвободному (ток анода больше тока эмиссии из катода) режиму горения в дуговом разряде с катодом постороннего подогрева (несамостоятельный дуговой разряд)?
5. Оценить инерционность (характерное время развития самостоятельного разряда) газонаполненного фотоэлемента, представляющего собой две концентрические сферы: внутреннюю (катод) радиусом  $r_k=0,2$  см и внешнюю (анод) радиусом  $r_a = 2$  см. Между электродами приложена разность потенциалов  $U = 150$  В. Баллон фотоэлемента заполнен аргоном при давлении  $p=0,5$  мм рт. ст. Подвижность ионов аргона при давлении 1 мм рт. ст.  $1,6 \cdot 10^3$  см<sup>2</sup>/(В\*с). При решении считать, что время установления стационарного разряда сравнимо со временем прохождения через фотоэлемент пяти лавин.
6. Определить характерное время установления стационарного режима самостоятельного разряда при неизменной напряженности электрического поля. Считать, что ионизация газа достигается электронным ударом, а гибель зарядов происходит при двухчастичной рекомбинации в объеме. Начальную концентрацию электронов  $n_0$  созданную внешним ионизатором, считать заданной.
7. Получить выражение для вольт-амперной характеристики самостоятельного газового разряда в стационарном режиме, при условии, что электроны в разряде рождаются в процессе ионизации газа электронным пучком с заданной скоростью, а гибель зарядов происходит в результате диссоциативной рекомбинации. Считать, что в начальный момент времени концентрация электронов равна нулю, а электрическое поле в межэлектродном промежутке однородно.
8. Оценить протяженность катодного падения потенциала дугового разряда в парах ртути при плотности тока  $j = 10^{-2}$  А/см<sup>2</sup> и давлении  $p = 100$  мм рт. ст. Подвижность ионов ртути  $b_i = 1$  см<sup>2</sup>/(В\*с). Рассмотреть случай плоских электродов, полагая, что градиент потенциала в начале положительного столба равен нулю.
9. Показать, что выход электронов с ртутного катода дугового разряда может быть обусловлен автоэлектронной эмиссией. Считать  $d_c = 10^{-5}$  см.
10. Оценить протяженность области катодного падения потенциала дугового разряда в парах ртути для случая плоского катода, рассматривая катодную оболочку как диод Чайлда - Ленгмюра, несущий пространственный заряд положительных ионов от внешней границы оболочки к катоду, и пользуясь законом “трех вторых”. Плотность тока положительных ионов на анод  $j_i = 5 \cdot 10^2$  А/см<sup>2</sup>, катодное падение потенциала  $U = 10$  В. Считать, что протяженность катодной оболочки мала по сравнению со средней длиной свободного пробега ионов (случай сравнительно низких давлений).

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Классификация электрических разрядов. Самостоятельный и несамостоятельный разряд.
  2. Тлеющий разряд с полым катодом.
  3. Основные понятия теории атомных столкновений. Дифференциальное, полное и транспортное сечение. Длина пробега. Частота столкновений.
  4. Тлеющий разряд с осцилляцией электронов в магнитном поле.
  5. Упругие и неупругие столкновения. Неупругие столкновения 1 и 2 рода. Зависимость упругого сечения электрон-атомного взаимодействия от энергии. Эффект Рамзауэра.
  6. Высоковольтный тлеющий разряд.
  7. Потери импульса и энергии электроном при упругих столкновениях.
  8. Анодная область тлеющего разряда низкого давления.
  9. Поляризационное ион - атомное взаимодействие. Резонансная перезарядка.
  10. Вольт - амперная характеристика зонда.
  11. Ионизация и возбуждение электронным ударом. Ступенчатая ионизация. Другие механизмы ионизации.
  12. Неустойчивости положительного столба тлеющего разряда.
  13. Механизмы рекомбинации заряженных частиц. Прилипание и отлипание.
  14. Положительный столб тлеющего разряда в диффузионно-дрейфовом режиме.
  15. Движение частиц в электрическом и магнитном полях в вакууме. Сила Лоренца. Ларморовская частота.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Положительный столб тлеющего разряда при пониженном давлении.
2. Дрейф в скрещенных полях.
3. Нормальный и аномальный тлеющий разряд.
4. Ток при движении через промежуток одной заряженной частицы.
5. Катодная область тлеющего разряда.
6. Электронный поток в ускоряющем поле в вакуумном промежутке.
7. Предельный ток таунсендовского разряда. Переход Таунсендовского разряда в тлеющий.
8. Электронный поток в тормозящем поле в вакуумном промежутке.
9. Таунсендовский разряд.
10. Закон Чайльда - Ленгмюра.
11. Кривая Пашена.
12. Дрейф и диффузия электронов в газе. Скорость дрейфа. Подвижность электронов.
13. Условие зажигания Таунсендовского разряда.
14. Дрейф ионов в сильных и слабых электрических полях.
15. Газовое усиление. Эффект и константа Столетова.
16. Влияние объемного заряда на величину тока в газовом промежутке.
17. Коэффициенты Таунсенда.
18. Несамостоятельный ток в газе. Начальный участок вольт-амперной характеристики. Ток насыщения.
19. Нелокальные эффекты в катодной области тлеющего разряда.
20. Диффузия и подвижность. Соотношение Эйнштейна.

21. Отрицательное свечение и Фарадеево темное пространство.
  22. Микроскопические и макроскопические характеристики столкновений. Связь между ними.
  23. Общая структура тлеющего разряда.
  24. Движение ионов в собственном газе и газе частиц другого рода.
  25. Развитие Таунсендовского пробоя во времени.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.3. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Выбор источника для электронно–лучевой установки (режим работы: непрерывный, энергия электронов 30 кэВ, ток пучка 30 мА, диаметр пучка 1 мм).
2. Выбор источника для электронно–лучевой установки (режим работы: непрерывный, непрерывный, энергия электронов 30 кэВ, ток пучка 30 мА, диаметр пучка 1 см).
3. Выбор источника для электронно–лучевой установки (режим работы: непрерывный, энергия электронов 3 кэВ, ток пучка 300 мА, диаметр пучка 10 см).
4. Выбор источника для электронно–лучевой установки (режим работы: импульсно-периодический, длительность импульса 1 мс, частота следования 10 Гц, энергия электронов 30 кэВ, ток пучка 3 А, диаметр пучка 1 см).
5. Выбор источника для электронно–лучевой установки (режим работы: импульсно-периодический, длительность импульса 100 нс, частота следования 10 Гц, энергия электронов 300 кэВ, ток пучка 300 А, диаметр пучка 1 см).
6. Выбор источника для электронно–лучевой установки (режим работы: импульсно-периодический, длительность импульса 10 мкс, частота следования 10 Гц, энергия электронов 30 кэВ, ток пучка 30 А, диаметр пучка 1 см).

## 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-13	З-4 У-1 У-3	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Курсовая работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен