



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП  
  
Огнев А.В.

«УТВЕРЖДАЮ»  
И.о. директора департамента  
общей и экспериментальной  
физики  
  
Короченцев В.В.  
«15» декабря 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Генераторы высоких энергий**

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Использование синхротронного излучения (совместно с НИЯУ МИФИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана,  
НИЦ "Курчатовский институт")

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3  
лекции 16 час.  
практические занятия 0 час.  
лабораторные работы 16 час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_/пр. \_\_\_\_/лаб. \_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 32 час.  
в том числе с использованием МАО 0 час.  
самостоятельная работа 112 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
курсовой проект – не предусмотрено  
зачет не предусмотрен  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 914.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ, протокол № 3 от «29» ноября 2021 г.

И.о. директора департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ к.х.н.  
Короченцев В.В.

Составитель: Коробцов В.В.

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента: \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента: \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Цель** преподавания дисциплины «Генераторы высоких энергий» познакомить студентов с основами высоковольтной сильноточной электротехники: схемами построения генераторов высоких напряжений (ГВН), работающих в частотном диапазоне 1-104 Гц, а также генераторов импульсных токов (ГИТ), вплоть до 1-2 МА. Генераторы высоких напряжений находят применение для питания ускорительных запаянных трубок.

**Задачи:**

1. Приобретение студентами базового набора знаний и умений работы генераторов импульсных токов и генераторов высоких напряжений.
2. Формирование навыков практической работы с исследовательской аппаратурой, подбора применяемые в настоящее время комплектующих: изоляторы, высоковольтные конденсаторы, коммутаторы различных типов, а также другие высоковольтные элементы, применяемые в реальных генераторах рентгеновского излучения.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируется профессиональная компетенция.

Профессиональная компетенция выпускников и индикаторы ее достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Организационно-управленческий	<b>ПК-5</b> Способен планировать и организовывать исследования в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научные семинары	ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и	Знает основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	Знает основные способы планирования, и организации исследований
	Умеет выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	Владеет навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

### 1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётные единицы 180 академических часов, в том числе 32 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 112 ак.ч. академических часов на самостоятельную работу обучающихся и 36 ак.ч. на контроль знаний.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Лабораторные занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

#### Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лр	ОК	СР	

1	Структура установки мощной высоковольтной импульсной техники.	3	2		2		10		Экзамен
2	Схемы построения генераторов импульсных токов (ГИТ)	3	2		2		10		
3	Элементная база применяемая для схем ГИН и ГИТ	3	2		2		10		
4	Коммутаторы, применяемые в ГИВН и в ГИТ	3	2		2		10		
5	Методы и системы диагностики работы высоковольтных силовых устройств	3	2		2		10		
6	Критерии выбора элементов электротехнических схем ГИВН и ГИТ	3	2		2		10		
7	Применение генераторов импульсов тока и высокого напряжения в науке и технике (промышленности)	3	2		2		10		
8	Применение генераторов импульсов тока в генераторах рентгеновского излучения	3	2		2		10		
9	Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации						32		
10	Подготовка к экзамену							36	
	Итого:		16		16		112	36	

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

1. Структура установки мощной высоковольтной импульсной техники  
Схемы построения генераторов импульсов высоких напряжений (ГИВН).  
Генераторы импульсных напряжений по схеме Аркадьева-Маркса, генераторы Фитча, генераторы импульсов напряжения на основе формирующих линий, магнитные генераторы мощных импульсов, ГИВН с индуктивными накопителями на основе прерывателей тока и ГИВН использующие высоковольтные импульсные трансформаторы. (2 час.)

2. Схемы построения генераторов импульсных токов (ГИТ)  
Сравнительные характеристики различных типов накопителей энергии.  
Первичные емкостные накопители энергии. Основные характеристики емкостного накопителя энергии, основные параметры ГИТ. ГИТ по схеме ГИН-ФЛ (формирующая линия). Установки по схеме ИТ-ФЛ.

Взрывомагнитные генераторы напряжений (и токов). Примеры ГИТ на токи 100 кА-2 МА. (2 час.)

### 3. Элементная база применяемая для схем ГИН и ГИТ

Изоляторы, их электрические характеристики. Жидкие, газообразные и твердые диэлектрики. Электрический пробой по поверхности твердых диэлектриков в вакууме и в газе при приложении импульсов электрического напряжения.

Резисторы. Типы резисторов и их электрические параметры, согласно техническим условиям (ТУ). Фотографии резисторов с линейкой (для масштаба). Расчет допустимых нагрузок на резисторы в импульсных электрических схемах.

Высоковольтные конденсаторы, их основные характеристики (предельная удельная запасаемая энергия и реальная). Типы конденсаторов: воздушные, вакуумные, с твердым и жидким диэлектриком (по возможности расширенная таблица) с их массогабаритными, удельными и т.п. характеристиками. Катушки индуктивности, в том числе на основе высокотемпературной сверхпроводимости для индуктивных накопителей энергии. (2 час.)

### 4. Коммутаторы, применяемые в ГИВН и в ГИТ

Транзисторы, тиристоры и реверсивно включаемые динисторы, воздушные и вакуумные разрядники, тиратроны. Полупроводниковые высоковольтные коммутаторы. Магнитный ключ. Плазменные прерыватели тока. Вакуумные прерыватели тока. Взрывные прерыватели тока. Физические процессы в коммутаторах различных типов и основные характеристики применяемых коммутаторов. Таблица параметров различных типов коммутаторов. (2 час.)

### 5. Методы и системы диагностики работы высоковольтных сильноточных устройств

Высоковольтные делители напряжения. Компенсированные делители напряжения. Дифференцирующие и интегрирующие пояса Роговского. Примеры применения поясов Роговского. Восстановления тока в разрядном контуре на основе кривой производной разрядного тока с дифференцирующего ПР. Использование «разрядной методики» для определения тока в разрядном контуре с емкостным накопителем. (2 час.)

6. Критерии выбора элементов электротехнических схем ГИВН и ГИТ  
2 группы критериев: технические и экономические. (2 час.)

7. Применение генераторов импульсов тока и высокого напряжения в науке и технике (промышленности)

Электрофизические методы обработки, электроэрозионная обработка, электромеханическая обработка, электроимпульсная дезинтеграция материалов, электроимпульсная обработка воды, электроимпульсная технология упрочнения свай. Высоковольтные установки для изучения процессов в сильноточном вакуумном и плазменном разрядах. Ускорители заряженных частиц. Генераторы нейтронов. (2 час.)

8. Применение генераторов импульсов тока в генераторах рентгеновского излучения. (2 час.)

## 9. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Лабораторные работы

Занятие 1. установки мощной высоковольтной импульсной техники (4 часа)

Занятие 2. Элементная база, применяемая для генераторов высоких энергий. (4 часа)

Занятие 3. Высоковольтные делители напряжения. (4 часа)

Занятие 4. Высоковольтные установки для изучения процессов в сильноточном вакуумном и плазменном разрядах (4 часа).

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	в течение семестра	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к практическим занятиям.	112 час.	ПР-5 Собеседование

	ИТОГО		112 часов	
--	-------	--	--------------	--

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения. Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

*Самостоятельная работа включает в себя* подготовку к практическим и лабораторным занятиям, работу с литературой.

### ***Работа с литературой.***

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для

сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

*Подготовка к практическим занятиям.* Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа работы, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

#### *Структура отчета по лабораторной работе*

Отчеты представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MS Word.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для практических работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);

- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

- *Приложения* – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

### *Оформление отчета по лабораторной работе*

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и

ссылок на источники, цитирования.

### *Набор текста*

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### *Рекомендации по оформлению графического материала*

Графические материалы – сканы рельефа поверхности или изображения магнитного контраста должны быть экспортированы из программного обеспечения Gwiddion в виде файла с расширением \*.tif с разрешением не менее 512 пк x 512 пк и вставлены в отчет. При необходимости изображения нужно расширить, чтобы преподаватель имел возможность увидеть детали скана.

### *Рекомендации по оформлению графиков*

Графики должны быть построены в программном пакете Excel или Origin. Оси графиков должны быть подписаны. Если в графике присутствуют несколько кривых, на графике необходимо привести легенду (отличительное описание каждой кривой). Все цифры на графике должны быть различимы.

*Самостоятельная работа.* Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков, приобретенных на практических занятиях.

## **11. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1 - 8	ПК-5	знает	ПР-5 Собеседование	Экзамен
			умеет		
			владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе ФОС.

## 12. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Белоус, А.И. Основы схемотехники микроэлектронных устройств / А. И. Белоус, В. А. Емельянов, А. С. Турцевич. – Москва : Техносфера, 2012. – 471 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:812806&theme=FEFU>
2. Лачин, В.И. Электроника : учебное пособие для вузов / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 703 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419235&theme=FEFU>
3. Музылева, И. В. Основы цифровой техники [Электронный ресурс] / И. В. Музылева. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 250 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62821.html>
4. Новиков, Ю. В. Введение в цифровую схемотехнику [Электронный ресурс] / Ю. В. Новиков. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 392 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52187.html>
5. Агеев, О. А. Методы формирования структур элементов нанoeлектроники и наносистемной техники: Учебное пособие / Агеев О.А., Федотов А.А., Смирнов В.А. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - 72 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/948/73948>

### Дополнительная литература

1. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. - 3-е изд. (эл.).- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 366 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=485670>
2. Вознесенский, Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 184 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61986.html>

3. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс]/ Головин Ю.И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Машиностроение, 2012.— 656 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html>

### **Интернет-ресурсы**

1. Справочные данные из базы данных отдела физики поверхности ИАПУ ДВО РАН (3000 статей по различным направлениям) физики поверхности кремния. <http://silicon.dvo.ru/>
2. Популярно о нанотехнологиях: <http://www.nanonewsnet.ru/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.), производится демонстрация роликов о работе исследовательского оборудования с сайта производителей.

## **13.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу.

При организации учебной деятельности на занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен

усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются собеседование, лабораторные работы.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме зачета в конце 3 семестра.

Организация деятельности студента.

*Практическое занятие.* Перед практическим занятием студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю. На практических занятиях проводятся опросы (собеседования) по тематике занятий.

*Лабораторное занятие.* Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа работы, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из

условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

*Самостоятельная работа.* Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков, приобретенных на практических и лабораторных занятиях.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## **14.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	--

<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г., лот 5. Срок действия договора с 30.06.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Срок действия договора с 15.03.2016 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Нави-ком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Срок действия договора с 31.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Срок действия договора с 30.11.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Под-писка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - 30.06.2020 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Подписка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Лицензия - 27.10.2021 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы

пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690014, Приморский край, г.Владивосток, ул. Радио 5, ИАПУ ДВО РАН, 302, 304, 306, 308, 310</p>	<p>Специализированная лаборатория Департамента общей и экспериментальной физики структур: Лаборатория технологии двумерной микроэлектроники: 1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением 2. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка “Omicron” STM VT-25: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 77 до 700 К) - электронная оже-спектроскопия, - дифракция медленных электронов. 3. Сверхвысоковакуумная установка для молекулярно- пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbell) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30. Количество посадочных рабочих мест для студентов - 8</p>	<p>Microsoft Office365/Microsoft/США/Платное ПО  Microsoft Teams/Microsoft/США/Платное ПО</p>

## 15. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов</p>	<p>Знает основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики</p>
	<p>Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов</p>
	<p>Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов</p>
<p>ПК-5.2 анализирует и применяет способы</p>	<p>Знает основные способы планирования, и организации исследований</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции		Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)			
планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий		Умеет выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий			
		Владеет навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий			
№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1 - 8	ПК-5	знает	ПР-5 Собеседование	Экзамен
			умеет		
			владеет		

### Список вопросов к экзамену

1. Схемы построения генераторов импульсов высоких напряжений (ГИВН).
2. Генераторы импульсных напряжений по схеме Аркадьева-Маркса, генераторы Фитча, генераторы импульсов напряжения на основе формирующих линий, магнитные генераторы мощных импульсов
3. ГИВН с индуктивными накопителями на основе прерывателей тока
4. ГИВН использующие высоковольтные импульсные трансформаторы
5. Сравнительные характеристики различных типов накопителей энергии. Первичные емкостные накопители энергии.
6. Основные характеристики емкостного накопителя энергии, основные параметры ГИТ.
7. Взрывомагнитные генераторы напряжений (и токов).
8. Изоляторы, их электрические характеристики. Жидкие, газообразные и твердые диэлектрики.
9. Электрический пробой по поверхности твердых диэлектриков в вакууме и в газе при приложении импульсов электрического напряжения.
10. Резисторы. Типы резисторов и их электрические параметры, согласно техническим условиям (ТУ). Фотографии резисторов с линейкой (для масштаба).
11. Расчет допустимых нагрузок на резисторы в импульсных электрических схемах.
12. Высоковольтные конденсаторы, их основные характеристики (предельная удельная запасаемая энергия и реальная).

13. Типы конденсаторов: воздушные, вакуумные, с твердым и жидким диэлектриком (по возможности расширенная таблица) с их массогабаритными, удельными и т.п. характеристиками.
14. Катушки индуктивности, в том числе на основе высокотемпературной сверхпроводимости для индуктивных накопителей энергии.
15. Транзисторы, тиристоры и реверсивно включаемые динисторы, воздушные и вакуумные разрядники, тиратроны.
16. Полупроводниковые высоковольтные коммутаторы.
17. Магнитный ключ. Плазменные прерыватели тока. Вакуумные прерыватели тока. Взрывные прерыватели тока.
18. Физические процессы в коммутаторах различных типов и основные характеристики применяемых коммутаторов.
19. Методы и системы диагностики работы высоковольтных высокопоточных устройств
20. Компенсированные делители напряжения. Дифференцирующие и интегрирующие пояса Роговского.
21. Восстановления тока в разрядном контуре на основе кривой производной разрядного тока с дифференцирующего ПР.
22. Критерии выбора элементов электротехнических схем ГИВН и ГИТ
23. Электрофизические методы обработки, электроэрозионная обработка, электромеханическая обработка, электроимпульсная дезинтеграция материалов, электроимпульсная обработка воды, электроимпульсная технология упрочнения свай.
24. Высоковольтные установки для изучения процессов в высокопоточном вакуумном и плазменном разрядах. Ускорители заряженных частиц. Генераторы нейтронов.

### **Пример экзаменационного билета**

1. Критерии выбора элементов электротехнических схем ГИВН и ГИТ
2. Изоляторы, их электрические характеристики. Жидкие, газообразные и твердые диэлектрики

### **Критерии выставления экзаменационной оценки**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Генераторы высоких энергий» осуществляется в форме экзамена (3 семестр). До экзамена допускаются студенты, положительно проявившие себя на лабораторных занятиях.

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему высокий уровень владения материалом и на отлично выполнившему лабораторные задания.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему хороший уровень владения материалом и на хорошо выполнившему лабораторные задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, показавшему достаточный уровень владения материалом и выполнившему лабораторные задания.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, не проявившему достаточных знаний теоретического материала или не выполнившему лабораторные задания.

**Текущая аттестация студентов по дисциплине** проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. собеседование (ПР-5)

**Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов)**

Собеседование (ПР-5) - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п..

Собеседование проводится в рамках каждого практического занятия по тематике занятия.

Ответы должны отличаться достаточным объемом знаний, глубиной и полнотой раскрытия темы, логической последовательностью, четкостью выражения мыслей и обоснованностью выводов, характеризующих знание понятийно-терминологического аппарата, умение им пользоваться при ответе.

***Критерии оценки:***

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.	100 – 86 Зачтено
Базовый	Ответ, обнаруживающий прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные вопросы, но не смог ответить на дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.	85-76 Зачтено
Пороговый	Ответ, свидетельствующий в основном о знании понятий изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия вопроса; знании основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Студент ответил на часть основных или дополнительных вопросов,	75-61 Зачтено

	заданных преподавателем по теме практического занятия.	
Уровень не достигнут	Ответ, обнаруживающий незнание понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием вопроса; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Студент не ответил на вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия, либо допустил множество ошибок в ответе.	60-0 Не зачтено

Лабораторная работа (ПР-5) - средство для закрепления и практического освоения материала по определенной теме/разделу.

Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить ход выполнения работы по теме лабораторного занятия, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Выполнение лабораторной работы направлено на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений и навыков. Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить вопросы практических занятий, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Критерием оценки выполнения лабораторной работы является умение студента синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретного результата. Оценивается творческий уровень, позволяющий диагностировать умения, интегрировать знания, аргументировать выводы, полнота выполненных заданий, качество полученных научных результатов, качество обработки графических

результатов, качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов.

### **Критерии оценки:**

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Студент выполнил лабораторную работу, грамотно решил поставленную задачу с представлением результата. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной работы по заданной теме, технологиями, методами и приемами анализа ситуации. Требования к содержанию и структуре отчета полностью соблюдены.	100-86 Зачтено
Базовый	Студент выполнил лабораторную работу, решил поставленную задачу с представлением результата. Продемонстрировано владение навыком самостоятельной работы по заданной теме, методами анализа ситуации. В целом соблюдаются требования, предъявляемые к содержанию и структуре отчета. Допущено не более 2 ошибок или неточностей при выполнении работы.	85-76 Зачтено
Пороговый	Студент выполнил лабораторную работу, но обнаружил фрагментарные, поверхностные знания темы; испытывает затруднения с использованием ключевых понятий, выполнением задания в целом. В целом соблюдаются требования, предъявляемые к содержанию и структуре отчета. Допущено не более 5 ошибок или неточностей при выполнении лабораторной работы.	75-61 Зачтено
Уровень не достигнут	Студент частично выполнил лабораторную работу, обнаружил незнание темы и ключевых понятий. Не соблюдены требования к содержанию и структуре отчета. Допущено более 5 ошибок или неточностей при выполнении лабораторной работы.	60-0 Не зачтено

## **Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

### **Критерии оценки контрольных работ**

Оценка	Требования
<b>«Отлично»</b>	Задание выполнено полностью, ответы составлены грамотно, уравнены схемы реакций, указаны условия. Материал понят, осознан и усвоен.
<b>«Хорошо»</b>	Задание выполнено полностью, ответы составлены грамотно,

	уравнены схемы реакций, указаны условия. Однако, в ответах присутствуют неточности, которые исправляются после уточняющих вопросов. Материал понят, осознан и усвоен.
<i>«Удовлетворительно»</i>	Задание выполнено полностью, ответы составлены грамотно, уравнены схемы реакций, указаны условия. Однако, в ответах присутствуют неточности, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов. Материал понят, осознан, но усвоен недостаточно полно.
<i>«Неудовлетворительно»</i>	Программа не выполнена полностью. Ответы на вопросы не полные и неграмотные. Материал не понят, не осознан и не усвоен. Работа не выполнена.