

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.01.2022 15:14:40

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d59e5f1c11eabb73e943df4a4851fda56d089

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова

«*ОГ*»

2017 г.



## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕГИСТРАЦИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Методические указания по самостоятельной работе студентов

Курск 2017

УДК 004.78

Составитель В.Э. Дрейзин

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *А.Ф. Рыбочкин*

**Физические основы регистрации ионизирующих излучений:** методические указания по самостоятельной работе студентов /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Э. Дрейзин. - Электрон. текстовые дан. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 12 с.

Приводятся краткие сведения о темах для самостоятельного изучения по дисциплине «Физические основы регистрации ионизирующих излучений» необходимые для успешного освоения дисциплины. Указывается порядок выполнения самостоятельной работы всех предусмотренных учебным планом видов, приводятся рекомендации по оформлению результатов работы по индивидуальным заданиям.

Предназначены для студентов направления подготовки 11.03.03 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.11.17. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 06. Уч.-изд. л. 05. Тираж 100 экз. Заказ 2198. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## 1. Введение

Самостоятельная работа – это индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа студентов в общем случае включает:

- изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы;
- отработку изучаемого материала по печатным и электронным источникам, конспектам лекций;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- оформление отчетов по лабораторным работам и подготовку к их защите;
- подготовку к выполнению практических заданий;
- выполнение курсовой работы (проекта);
- выполнение контрольных, самостоятельных работ;
- индивидуальные задания (решение задач, подготовка сообщений, докладов, исследовательские работы и т.п.);
- работу над творческими заданиями;
- подготовку кратких сообщений, докладов, рефератов, самостоятельное составление задач по изучаемой теме (по указанию преподавателя);
- работу над выполнением наглядных пособий (схем, таблиц и т.п.).

### **Назначение самостоятельной работы студентов:**

- *Овладение знаниями*, что достигается чтением текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составлением плана текста, графическим структурированием текста, конспектированием текста, выписками из текста, работой со словарями и справочниками, ознакомлением с нормативными документами, выполнением учебно-исследовательской работы, поиском информации в сети Интернет и т.п.;

- *закрепление знаний*, что достигается работой с конспектом лекций, обработкой текста, повторной работой над учебным материалом (учебником, первоисточником, дополнительной литературой), оставлением плана, составлением таблиц для систематизации учебного материала, ответами на контрольные вопросы, заполнением рабочей тетради, аналитической обработкой текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), подготовкой мультимедиа сообщений/докладов к выступлению

на семинаре (конференции), подготовкой реферата, составлением библиографии и т.п.;

- *формирование навыков и умений*, что достигается решением задач, приближённых к задачам будущей трудовой деятельности специалиста, а также решением вариативных задач, выполнением чертежей, схем (графических работ), выполнением расчетов, решением ситуационных (профессиональных) задач, подготовкой к деловым играм, проектированием и моделированием разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно- экспериментальной работой и т.п.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Текущий контроль качества выполнения самостоятельной работы может осуществляться с помощью:

- контрольного опроса;
- собеседования;
- автоматизированного программированного контроля (машинного контроля, тестирования с применением ЭВМ);
- путём защиты научно-технического отчёта по результатам выполнения индивидуального задания, выдаваемого каждому студенту, изучающему данную дисциплину.

Контроль выполнения курсовой работы (курсового проекта) и индивидуальных заданий осуществляется поэтапно в соответствии с разработанным преподавателем графиком.

## **2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием в лабораториях и методическими разработками кафедры космического приборостроения и средств связи в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, периодической, справочной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - заданий для самостоятельной работы;
  - вопросов к экзаменам и зачетам;
  - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

### 3. Запланированные виды самостоятельной работы

В соответствии с учебными планами на самостоятельную работу студентов (СРС) в рамках дисциплины «Физические основы регистрации ионизирующих излучений» в зависимости от формы обучения отводится 90 часов (очно) и 168 часов (заочно).

Распределение часов самостоятельной работы по видам СРС приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование видов самостоятельной работы	Срок выполнения	Время на СРС, час. Очно/ заочно
1	2	3	4

1	2	3	4
1	Изучение тем (разделов) дисциплины по материалам лекций, основной и дополнительной литературе, научно – техническим изданиям (научно-технические конференции, реферативные журналы), информационным электронным образовательным ресурсам	В течение семестра	40 (80)
2	Изучение методических указаний для подготовки к лабораторным работам	В течение семестра	25 (40)
3	Подготовка к практическим занятиям	В течение семестра	20 (40)
4	Изучение требований текущего контроля качества самостоятельной работы	В течение семестра	5 (8)
<b>Итого:</b>			<b>90 (168)</b>
В том числе подготовка к экзамену:			36 (36)

Названия, содержание и объём тем (разделов) изучаемой дисциплины, а также перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины, приведены соответственно в таблицах 4.1.1, 4.1.2 и в п.п. 8.1, 8.2 рабочей программы дисциплины для соответствующей формы обучения. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям приведены в методических указаниях по их выполнению (п.8.3 рабочей программы дисциплины) и содержат полные требования к видам и объёму самостоятельной работы при подготовке к ним, включая перечень тем для подготовки докладов и презентаций по отдельным темам практических занятий.

Текущий контроль знаний, основанный на выяснении качества самостоятельной работы студентов, производится по указанным в рабочих программах дисциплины неделям семестра (Таблица 4.1.2) и предусматривает как при очной, так и при заочной формах обучения тестирование (всего 6 тестов по основным разделам дисциплины).

Таблица 2 – Примерные вопросы для текущего контроля СРС

№	Формы текущего контроля	Примерные вопросы
1	2	3
1	Тест Т-1 по разделу «Строение атома и	<i>Вопрос: От чего зависит количество электронных оболочек у атома?</i> <i>Ответы:</i>

	атомного ядра. Радиоактивность и ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений. Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии».	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. От заряда ядра и максимально возможного количества электронов в каждой оболочке.</li> <li>2. От атомного веса атома.</li> <li>3. От количества нейтронов в ядре атома.</li> <li>4. От суммарного количества нейтронов и протонов в ядре атома.</li> </ol>
2	Тест Т-2 по разделу «Источники ионизирующих излучений».	<p><b>Вопрос:</b> В каких случаях источник излучения можно считать точечным?</p> <p><b>Ответы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Когда его размеры очень малы.</li> <li>2. Когда он расположен далеко от точки детектирования.</li> <li>3. Когда его размеры меньше длины свободного пробега излучаемых частиц или электромагнитных квантов в веществе самого источника.</li> <li>4. Когда можно пренебречь рассеянием и поглощением излучаемых частиц в веществе самого источника.</li> <li>5. Когда его максимальные размеры много меньше расстояния до точки детектирования и длины свободного пробега частиц в материале источника.</li> </ol>
3	Тест Т-3 по разделу «Взаимодействия ионизирующих излучений с веществом».	<p><b>Вопрос:</b> Что происходит с гамма-квантами при фотоэффекте?</p> <p><b>Ответы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гамма-кванты рассеиваются орбитальными электронами атомов, передавая часть своей энергии одному из электронов, который, приобретя кинетическую энергию, отрывается от атома и становится свободным.</li> <li>2. Гамма-кванты рассеиваются ядрами атомов, переводя их в возбуждённое состояние и теряя при этом часть своей энергии.</li> <li>3. Гамма-квант поглощается ядром, переводя их в возбуждённое состояние, возвращаясь из которого ядро испускает электрон с кинетической энергией, равной начальной энергии гамма-кванта.</li> <li>4. Гамма-квант поглощается одним из электронов внутренней электронной оболочки атома, передавая ему всю свою энергию и вырывая его из атома, а сам гамма-квант перестаёт существовать.</li> <li>5. Гамма-квант, сталкиваясь с ядром атома порождает пару электрон-позитрон, а сам перестаёт существовать.</li> </ol>
4	Тест Т-4 по разделу «Методы регистрации ионизирующих излучений (1): газонаполненные ионизационные детекторы».	<p><b>Вопрос:</b> Какие физические эффекты используются в газонаполненных детекторах для регистрации заряженных частиц?</p> <p><b>Ответы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямая ионизация нейтральных атомов газа при взаимодействии с ними заряженных ядерных частиц с со-</li> </ol>

		<p>биранием образовавшихся свободных зарядов на аноде и катоде детектора, к которым приложено постоянное напряжение.</p> <p>2. Возбуждение атомов газа при взаимодействии с заряженными частицами с последующим характеристическим излучением.</p> <p>3. Торможение заряженных ядерных частиц в газе, сопровождающееся тормозным рентгеновским излучением.</p> <p>4. Рождение пар электрон-дырка под воздействием заряженных частиц.</p> <p>5. Визуализация треков ядерных частиц в газе.</p>
5	Тест Т-5 по разделу «Методы регистрации ионизирующих излучений (2): сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы»	<p><b>Вопрос:</b> <i>На каком физическом принципе основано действие сцинтилляционных детекторов ионизирующих излучений?</i></p> <p><b>Ответы:</b></p> <p>1. Используется явление свечения газа при его ионизации.</p> <p>2. На явлении ионизации атомов сцинтиллятора.</p> <p>3. Используется явление перехода любых атомов в возбуждённое состояние при их взаимодействии с ионизирующим излучением. Возврат атомов в исходное состояние сопровождается излучением фотонов, которые и фиксируются детектором. Таким образом, любые вещества могут использоваться как сцинтилляторы в сцинтилляционных детекторах.</p> <p>4. В качестве сцинтилляторов в сцинтилляционных детекторах могут использоваться лишь те вещества, которые прозрачны для собственного излучения, т. е. излучаемые фотоны могут выйти за пределы сцинтиллятора и зарегистрированы высокочувствительным фотоприёмником.</p> <p>5. На явлении возбуждения атомов сцинтиллятора ионизирующим излучением и излучении ими избыточной энергии в виде фотонов при возврате в исходное состояние. При этом вещество сцинтиллятора должно быть прозрачным для собственного излучения, а его спектр должен соответствовать спектральной чувствительности фотоприёмника.</p>
6	Тест Т-6 по разделу «Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений»	<p><b>Вопрос:</b> <i>Какой метод обладает самым высоким энергетическим разрешением при спектрометрии гамма-излучения?</i></p> <p><b>Ответы:</b></p> <p>1. Сцинтилляционный метод с использованием детекторов высокого разрешения на основе бромида лантана.</p> <p>2. Ионизационный метод с использованием газонаполненных детекторов.</p> <p>3. Ионизационный метод с использованием полупроводниковых детекторов из особо чистого германия.</p> <p>4. Магнитный метод.</p> <p>5. Кристалл-дифракционный метод.</p>

7	<p><b>Вопросы к собеседованию С-1 по теме: «Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы)»</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотографические методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц.</li> <li>2. Камеры Вильсона: устройство, принцип работы и области применения.</li> <li>3. Диффузионные камеры: устройство, принцип работы и области применения.</li> <li>4. Пузырьковые камеры: устройство, принцип работы и области применения.</li> <li>5. Сравнительные достоинства и недостатки камер Вильсона, диффузионных и пузырьковых камер.</li> <li>6. Твердотельные трековые детекторы: устройство, принцип работы и области применения.</li> </ol>
8	<p><b>Вопросы к собеседованию С-2 по теме: «Люминесцентные методы регистрации дозовых характеристик»:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Термолюминесцентные индивидуальные дозиметры: устройство, характеристики области применения.</li> <li>2. Физический механизм работы термолюминесцентных детекторов с позиций зонной теории проводимости.</li> <li>3. Фотолюминесцентные индивидуальные дозиметры: устройство, характеристики области применения.</li> <li>4. Физический механизм работы фотолюминесцентных детекторов с позиций зонной теории проводимости.</li> <li>5. Радиофотолюминесцентные индивидуальные дозиметры: устройство, характеристики области применения.</li> <li>6. Физический механизм работы фотолюминесцентных детекторов с позиций зонной теории проводимости.</li> </ol>

#### 4. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы.

##### *Изучение теоретических основ дисциплин*

Для освоения дисциплины в полном объёме студенту необходимо посещать все аудиторные занятия и самостоятельно прорабатывать полученный материал. Изучение теоретической части дисциплин способствует углублению и закреплению знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также развивает у студентов творческие навыки, инициативы и умение организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины включает:

- работу над конспектом лекций;
- изучение рекомендованной литературы;
- поиск и ознакомление с информацией в сети Интернет;
- подготовку к различным формам контроля (собеседование, тесты);
- подготовку и написание рефератов, докладов и презентаций выступлений на практических занятиях;

- изучение методических рекомендаций;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины, в том числе заданным преподавателям по результатам контроля знаний.

Материал, законспектированный в течение лекций, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. При самостоятельном изучении дисциплины, подготовке к аудиторным занятиям и выполнении домашних заданий студенты должны использовать рекомендованную учебную литературу и учебно-методические указания. Источники информации доступны на сайте кафедры. При освоении дисциплины сначала необходимо по каждой теме изучить рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. По требованию преподавателя конспект лекций предоставляется ему для проверки. Замеченные недостатки и внесенные замечания и предложения следует отработать в приемлемые сроки.

### *Лабораторные работы*

При подготовке и защите лабораторных работ необходимо обращать особое внимание на полноту и грамотность выполнения отчёта по лабораторной работе, наличие в них кратких обоснований принимаемых решений и выводов по результатам работы. При несоответствии отчёта этим требованиям преподаватель может возвращать его на доработку. При опросе студентов основное внимание обращается на усвоение ими основных теоретических положений, на которых базируется данная работа, и понимания того, как эти положения применяются на практике.

Отчёт по лабораторной работе выполняется индивидуально или один на бригаду по решению преподавателя. Отчёт должен содержать все предусмотренные методическими указаниями разделы, включая контрольные вопросы. Рекомендуется включать в отчёт ответы на контрольные вопросы в *кратком* виде. Поскольку эти ответы являются продуктом самостоятельной работы, совпадение текстов ответов в отчётах разных студентов приводит преподавателя к необходимости формировать дополнительные вопросы по соответствующей теме.

## *Практические занятия*

Темы практических занятий указаны в таблице 4.4 РПД (для студентов дневного обучения 9 занятий, для студентов заочного обучения 2 занятия). Методические указания к практическим занятиям включены в УМК дисциплины и доступны на сайте учебных дисциплин кафедры. По каждой теме методические указания содержат краткие теоретические сведения по теме занятия, перечень вопросов для самопроверки, темы для подготовки докладов и список рекомендуемой литературы. Не менее половины практических занятий должно проводиться в виде семинаров, на которых студенты выступают с подготовленными докладами и презентациями по выбранным темам, а затем в интерактивном режиме ведётся обсуждение их материалов.

Поскольку учебным планом для студентов заочного обучения предусмотрено всего два практических занятия, то первое из них объединяет две первых темы, представленных в МУ к практическим занятиям, а второе соответствует 6-му занятию, из представленных в МУ к практическим занятиям.

Каждый студент должен подготовить не менее одного доклада и заранее выбирает тему (студентам заочного обучения разрешается вместо доклада представлять реферат). Студентам очного обучения рекомендуется выбирать темы для докладов к занятиям с 6-го по 9-е, заочного – ко второму занятию (в МУ к практическим занятиям ему соответствует занятие 6).

Практические занятия предусматривают ведение рабочей тетради, в которой отражаются результаты выполненных работ. При подготовке к практическому занятию студент должен изучить соответствующие методические указания, а также подготовить вспомогательные материалы, необходимые для её выполнения. Рабочая тетрадь ведётся индивидуально.

Основные требования к рабочей тетради:

- на титульном листе указывается предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента;
- каждая работа нумеруется в соответствии с методическими указаниями; указывается дата выполнения работы;
- записывается название работы, её цель и основные положения;
- в конце каждой работы делается вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

### **Библиографический список**

1. Дрейзин В. Э. Физические основы регистрации ионизирующих излучений: учебное пособие [Текст] / В. Э. Дрейзин, Д. И. Логвинов, А. А. Гримов. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2016. 228 с.

2. Дрейзин В.Э. Физические основы регистрации ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: конспект лекций/ В. Э. Дрейзин. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2015. 141 с.

3. Дрейзин В. Э. Спектрометрические измерения нейтронного излучения: Монография [Текст] / В. Э. Дрейзин, С. Г. Емельянов, А. А. Гримов. Юго-Западный гос. ун-т. Курск, 2011. 316 с.

### **Перечень методических указаний**

1. Исследование основных характеристик газоразрядных детекторов: методические указания по выполнению лабораторной работы [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин, А.А. Гримов– Курск, 2017. – 7 с.:– Библиогр.: с. 7.

2. Исследование временных характеристик и формы выходных импульсов сцинтилляционных детекторов: методические указания по выполнению лабораторной работы [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин, А.А. Гримов – Курск, 2017. – 7 с.: Библиогр.: с. 7.

3. Исследование основных характеристик прямопоказывающих дозиметров гамма- и бета-излучения: методические указания по выполнению лабораторной работы [Текст]/ Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин, А.А. Гримов – Курск, 2017. – 8 с.:– Библиогр.: с. 8.

4. Измерение энергетического спектра ионизирующих излучений методом анализа амплитуд импульсов и калибровка энергетической шкалы спектрометра: методические указания по выполнению лабораторной работы [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин, А.А. Гримов– Курск, 2017. – 10 с.: – Библиогр.: с. 10.

5. Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии: методические указания к практическому занятию [Текст]/ Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 13.

6. Общие характеристики источников излучений, радиоизотопные источники гамма- и бета-излучения: методические указания к практическому занятию [Текст]/ Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 17 с.: Библиогр.: с. 17.

7. Радиоизотопные источники альфа- и нейтронного излучения. ядерные реакторы как источники ионизирующих излучений: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 20 с.: Библиогр.: с. 20.

8. Неорганические монокристаллические сцинтилляторы. органические и газообразные сцинтилляторы: методические указания к практическому за-

нятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 17 с.: Библиогр.: с. 16.

9. Сцинтилляторы, применяемые для регистрации нейтронного излучения: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 8 с.: – Библиогр.: с. 8.

10. Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы): методические указания к практическому занятию / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.– Ил. 3. Библиогр.: с. 13.

11. Люминесцентные методы регистрации ионизирующих излучений: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.– Ил. 3. Библиогр.: с. 13.

12. Активационный метод спектрометрии нейтронного излучения: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 13.

13. Времяпролётные методы спектрометрии нейтронного излучения. Нейтронная спектрометрия на основе измерения энергии протонов отдачи: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 13.