

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных информационных систем

Кафедра «Проектирование и технология радиоаппаратуры»



СДАЮ
ИОИС
С.И. Эминов
2017 г.

Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях
Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

Г.Н.Чурсинова

«18» 05 2017 г.

Разработал

Профессор кафедры ПТРА

В.А. Карачинов

« 7 » марта 2017 г.

Принято на заседании кафедры ПТРА

Протокол № 8 от 06.04 2017 г.

Заведующий кафедрой ПТРА

М.И.Бичурин

« 06 » 04 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля: формирование компетентности студентов в области выбора конструктивных мер защиты ЭС от тепловых, влажностных и радиационных воздействий, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности, а именно:

- выполнение работ по изучению влияния внешних и внутренних факторов, воздействующих на ЭС, при их эксплуатации, транспортировании и хранении;
- овладение практическими навыками в области проектирования систем обеспечения нормального теплового и влажностного режимов ЭС, в том числе, с учетом действия на ЭС радиационных факторов;
- организация натурных экспериментов и их метрологического обеспечения в условиях проектирования и производства ЭС, направленных на повышение достоверности выдвигаемых инженерных решений;

2 Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки

Модуль “Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях” входит в дисциплины по выбору вариативной части профессионального цикла и преподается на основе ранее изученных дисциплин: «Математика» «Физика», «Математические проблемы в проектировании и технологии ЭС», «Материалы и компоненты электронных средств», «Электротехника и электроника», «Тепломассообмен в электронных средствах», «Метрология стандартизация и технические измерения», «Основы надежности электронных средств», «Основы проектирования электронных средств».

В результате освоения предшествующих дисциплин и для изучения УМ “Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях”, обучающиеся должны:

- уметь решать дифференциальные уравнения, интегралы;
- знать и уметь пользоваться основными физическими законами из разделов “Механика”, “Молекулярная физика”, “Электричество”, “Магнетизм”, “Распространение света в веществе”, “Строение атома” и т.д.;
- свободно ориентироваться в таблице Д.И.Менделеева, знать законы органической и неорганической химии; химии полупроводников, фотохимии;
- знать основы кристаллографии и кристаллофизики;
- знать состав, физические основы и основные характеристики элементной базы ЭС, методы исследования структур;

Уметь пользоваться справочными материалами по изученным дисциплинам.

Приобретенные знания и умения в результате освоения данного модуля “Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях” обеспечивают изучение последующих модулей: обеспечивают изучение последующих модулей: «Основы конструирования электронных средств», «Устройства интегральной и функциональной электроники», «Современные проблемы проектирования и технологии радиоэлектронных средств».

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

Общепрофессиональных

- ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

В результате освоения УМ “Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях” студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	базовый	физико - химическую сущность явлений и процессов, классы моделей, на уровне электронных средств	использовать базовые модели для решения задач по анализу тепловых, влажностных режимов и радиационного воздействия	методами экспериментальных исследований параметров и характеристик тепловых, влажностных режимов и радиационного воздействия

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		7сем.	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	108	
1) УМ-1. Методы обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС			
- лекции	34	34	ОПК-2,
- практические занятия	17	17	
- лабораторные работы	17	17	
- аудиторная СРС	8	8	
- внеаудиторная СРС	54	54	
2) УМ-2. Технические средства обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС			
- лекции	20	20	ОПК-2,
- практические занятия	10	10	
- лабораторные работы	10	10	
- аудиторная СРС	10	10	
- внеаудиторная СРС	54	54	
Аттестация:			

- дифференцированный зачет			
----------------------------	--	--	--

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

1 Методы обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС.

1.1 Введение. Виды внешних воздействий на ЭС. Классификация. Экстремальные условия эксплуатации РЭС и надежность.

1.2 Методы обеспечения тепловой защиты ЭС.

1.2.1 Методы и системы обеспечения теплового режима ЭС. Классификация. Основные характеристики и рекомендации по применению.

1.2.3 Методы и системы охлаждения РЭС.

Классификация, принципы построения и характеристики систем охлаждения (воздушные, жидкостные, испарительные, кондуктивные, радиационные, комбинированные, специальные). Выбор системы охлаждения.

1.2.4 Системы терморегулирования ЭС. Общая характеристика.

1.2.5 Системы термостатирования ЭС.

Классификация термостатов. Ошибка термостатирования и система автоматического регулирования температуры. Моделирование тепловых режимов термостатов: Тепловая модель подогревного термостата. Автоколебательный и пусковой режимы подогревного термостата.

1.3 Методы обеспечения влагозащиты ЭС.

Поглощение влаги материалами (Сорбция). Влажностные характеристики. Основные методы и средства защиты РЭС от влаги. Гидрофобизация, обволакивание, пропитка, подогрев. Полная герметизация РЭС, характеристики гермокорпусов. Способы герметизации ЭС. Газонаполнение корпусов и контроль герметичности.

1.4 Методы обеспечения радиационной защиты ЭС.

Виды, параметры, единицы измерения и источники ионизирующих излучений (ИИ), опасных для современных ЭС. Механизмы взаимодействия ИИ с веществом: полупроводниковые материалы, диэлектрики, металлы. Характеристика основных типов дефектов в твердых телах.

Понятие радиационной стойкости материалов конструкций и электрорадиоэлементов.

Действие ИИ на электронные вакуумные приборы, полупроводниковые приборы, приборы и устройства акусто-, магнитной электроники

Методы и средства защиты ЭС от воздействия ИИ. Пассивная защита (экранирование), физико-химическая модификация исходных конструкционных материалов, радиационно – термическая обработка материалов.

2 Технические средства обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС.

2.1 Устройства охлаждения ЭС.

2.2.1 Теплообменники. Классификация и характеристики. Тепловой расчет теплообменников.

Выбор компактного теплообменника.

2.2.2 Нагнетатели. Виды нагнетателей (упрощенные схемы). Выбор нагнетателя.

2.2.3 Радиаторы. Радиаторы воздушного и жидкостного охлаждения. Рекомендации по применению радиаторов в ЭС. Выбор радиатора.

2.2.4 Специальные устройства охлаждения РЭС. Вихревые трубы. Тепловые трубы.

Дроссельные микроохладители. Полупроводниковые термобатарей. Криостаты.

2.2.5 Осушители воздуха.

2.2.6 Экраны: тепловые, радиационные

2.2.7 Лазерные ловушки

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

Номер раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак.час
1.2.3	Исследование теплового режима блока РЭС со свободным воздушным охлаждением	4
1.2.3	Исследование теплового режима блока РЭС с естественным воздушным охлаждением	4
1.2.3	Исследование теплового режима блока РЭС с принудительным воздушным охлаждением	4
2.2.3	Исследование эффективного коэффициента теплоотдачи радиатора РЭС в условиях свободной конвекции	4
2.2.3	Исследование эффективного коэффициента теплоотдачи радиатора РЭС в условиях вынужденной конвекции	4
2.2.4	Исследование теплового режима модуля охлаждения РЭС на основе тепловой трубы	3
2.2.4	Исследование теплового режима модуля охлаждения РЭС на основе полупроводниковой термобатареи (ПТБ)	4

4.4 Тематика практических занятий

№ раздела	Наименование	Трудоемкость, ак.час
1.2.3	Выбор способа охлаждения блока РЭС	7
1.2.3	Вентиляционный расчет системы охлаждения блока РЭС	6
2.2.1	Методы расчёта теплообменных аппаратов РЭС	6
2.2.3	Выбор и расчет радиатора	8

4.5 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, **рубежный** и **семестровый** (дифференцированный зачет) по окончании изучения УД - **по суммарным результатам работы** на практических и лабораторных занятиях и результатам устного опроса по вопросам для самостоятельной проработки (Прил.А5). Максимальное количество баллов по модулю – 300.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: задачи (расчетные задания), устный опрос, лабораторные работы.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Оценка качества освоения учебного модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля по всем формам контроля в соответствии с положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» от 25.06.2013 №9.

Качество прохождения студентами учебного модуля оценивается с помощью шкал, представленных в паспорте компетенций (Приложение В).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, а также лаборатория, содержащая следующее оборудование

- лабораторный макет для экспериментального исследования характеристик воздушных систем охлаждения ЭС;
- лабораторный стенд для экспериментального исследования характеристик радиаторов;
- лабораторный стенд для экспериментального исследования характеристик модуля охлаждения на основе тепловой трубы;
- лабораторный стенд для экспериментального исследования характеристик модуля охлаждения на основе ПТБ;
- ПЭВМ с ПО “*ELCUT*”(студенческая версия).

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорта компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
“Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях”**

А.1 Организация изучения учебного модуля “Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях”

Разделы дисциплины	Формы организации	Задания на аудиторную и внеаудиторную СРС	Литература
УМ-1 Методы обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС			
1.1 Введение.	-вводная лекция -обзорная лекция	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме.	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1-5 Дополнительная: приложение Г, таблица Г.3, номера:1-3
1.2 Методы обеспечения тепловой защиты ЭС	-Информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3
	Практические занятия: решение задач, проверка домашних заданий	Ауд. СРС – самостоятельное решение задач на занятии	Основная: приложение Г, таблица Г.1, 2, 3 таблица Г.2, номера:2
		Внеауд. СРС – самостоятельное решение задач (домашнее задание)	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3 таблица Г.2, номера:2
	лабораторный практикум: выполнение лабораторных работ	Ауд. СРС. – самостоятельное выполнение лабораторных работ Внеауд. СРС – самостоятельное ознакомление с методикой выполнения следующей ЛР, используя метод. указ., выставленные на портале НовГУ	Основная: приложение Г, таблица Г.1, 2, 3 таблица Г.2, номера:2
1.3 Методы обеспечения влагозащиты ЭС	-обзорная лекция -информационная лекция	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме.	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3 Дополнительная: приложение Г, таблица Г.3, номера:1-3
1.4 Методы обеспечения радиационной защиты ЭС	- информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме .	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3 Дополнительная: приложение Г, таблица Г.3, номера:1-3

Разделы модуля	Формы организации	Задания на аудиторную и внеаудиторную РСР	
УМ-2 Технические средства обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС			
2.1 Устройства охлаждения ЭС	- информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме .	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1-5 Дополнительная: приложение Г, таблица Г.3, номера:1-3
	практические занятия: проверка домашних заданий (решение задач)	Ауд. СРС – самостоятельное решение задач на занятии Внеауд. СРС – самостоятельное решение задач (домашнее задание)	Основная: приложение Г, таблица Г.1-5, таблица Г.2, номера:2
	лабораторный практикум: защита выполненных работ, выполнение следующей работы	Ауд. СРС. –выполнение и защита лабораторных работ. Внеауд. СРС – самостоятельное ознакомление с методикой выполнения следующих ЛР, используя метод. указ., выставленные на портале НовГУ	Основная: приложение Г, таблица Г. 1-5,6-8 таблица Г.2, номера:1,2
2.2 Устройства влагозащиты ЭС	- информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме .	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1-5 Дополнительная: приложение Г, таблица Г.3, номера:1-3
2.3 Устройства радиационной защиты ЭС	- информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме .	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1-5 Дополнительная: приложение Г, таблица Г.3, номера:1-3

А.2 Методические рекомендации по изучению теоретической части учебной дисциплины

Теоретические занятия учебного модуля представлены в виде лекций.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом УМ.

Задачи лекционных занятий – дать связанное, последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

Структура и содержание основных разделов (приведена в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.2)

Методы и средства проведения теоретических занятий

При изучении учебного модуля студенты должны посещать лекционные занятия, вести конспекты и самостоятельно прорабатывать по учебникам вопросы, указанные преподавателем. (Список основной литературы приведен в приложении Г).

А.3 Методические рекомендации по лабораторному практикуму и практическим занятиям

Цель лабораторного практикума и практических занятий - формирование компетентности студентов в области тепло -, влаго - и радиационной защиты электронных средств, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи занятий - углубление знаний, полученных на теоретических занятиях и применение их в условиях, приближенных к условиям реальной профессиональной деятельности.

Структура и содержание основных разделов лабораторного практикума (приведена в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.3)

Методы и средства проведения занятий

При проведении лабораторного практикума студенты максимально самостоятельно выполняют лабораторные работы. Занятия строятся следующим образом:

первое занятие – вводное:

- проводится инструктаж по технике безопасности;

- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;

- получают указания по организационным вопросам: знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);

на втором и последующих занятиях:

- студенты выполняют лабораторные работы;

- оформляют отчеты по лабораторным работам;

- проводится защита выполненной лабораторной работы;

На последнем занятии – защита последней лабораторной работы.

Примечание – без защиты лабораторных работ можно выполнить только 2 работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы (максимальное количество баллов за одну защищенную лабораторную работу - 18).

Студенты, не защитившие лабораторные работы в срок и не набравшие необходимой суммы баллов, защищают все выполненные лабораторные работы на занятии, выделенном как защита блока лабораторных работ. Такая защита оценивается минимальным количеством баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями:

Тепломассообмен в ЭС: Метод. указ. к лаб.раб. / Сост. В.А. Карачинов ;НПИ- НовГУ. – В.Новгород, 2006 – 61 с. (Библиотечный фонд кафедры ПТРА, тв. копия).

Методические указания содержат описания объекта исследования, используемого лабораторного оборудования, методику и порядок проведения лабораторных работ, методы измерений и расчетов, указания по выполнению отчета о работе, контрольные вопросы.

Методы и средства проведения практических занятий

Проведение практических занятий строится следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения 1-2 типовых задач у доски;

- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;

- 10% аудиторного времени – разбор типовых ошибок при решении задач (в конце текущего занятия).

На каждом практическом занятии по результатам самостоятельной работы проставляются баллы. (максимальное количество баллов за одну задачу - 32).

Для выполнения практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями:

1. Защита РЭС в экстремальных условиях.: методические указания к практическим занятиям / Авт. – сост.: В.А. Карачинов; НовГУ. - В Новгород, 2014.- 10с. (Библиотечный фонд кафедры ПТРА, тв. копия).

2. Карачинов В.А. Тепло- и массообмен в РЭА. Анализ теплового режима блока РЭА на микросборках (микросхемах). Метод, указания к курсовой работе. – НПИ : Новгород, 1988. -33 с. (Библиотечный фонд кафедры ПТРА, тв. копия).

Примерный перечень типовых практических заданий.

Выбор способа охлаждения блока РЭС

Задача 1

Необходимо осуществить выбор способа охлаждения блока РЭА кассетной конструкции, работающего на определенной высоте в стационарном тепловом режиме при следующих исходных данных (табл.).

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	2	
1	Мощность, рассеиваемая блоком, Р, Вт.	024
2.	Условная площадь поверхности нагретой зоны, $S, м^2$	0,8
3.	Предельно допустимая температура навесных элементов, $T_{пр. доп}, ^\circ C$	85
4.	Температура окружающей среды, $T_c, ^\circ C$	+50
5.	Высота эксплуатации блока, h, м	
6.	Расположение кассет (плат) в блоке: вертикальное (В) горизонтальное (Г)	
7.	Мощность, рассеиваемая навесным элементом, Р, Вт	0,5

Вентиляционный расчет системы охлаждения блока РЭС

Задача 2.

Используя исходные данные и результаты решения задачи-1 построить гидродинамическую модель и выполнить вентиляционный расчет системы охлаждения блока кассетной конструкции РЭС.

Методы расчёта теплообменных аппаратов РЭС

Задача 3.

Выполнить конструкторский расчет теплообменника согласно исходным данным (табл.). По результатам расчета выбрать компактный теплообменник для РЭС и привести его чертеж общего вида.

№ пп	Наименование параметра		Значение
1	Мощность, отводимая от блока РЭА, Вт		2500
2	Вид холодной жидкости (В, Ж)		воз-дух
3	Вид горячей жидкости (В, Ж)		вода
4	Объемный расход холодной жидкости $G_v (м^3/с)$		0,5
5	Температура на входе, $^\circ C$	горячая жидкость	60
		холодная жидкость	10
6	Температура на выходе, $^\circ C$	горячая жидкость	50
		холодная жидкость	20

Выбор и расчет радиатора

Задача 4.

Выбрать и рассчитать радиатор по исходным данным согласно таблице. По результатам расчета разработать чертеж радиатора для заданного типа полупроводникового прибора. Основными критериями при выборе и расчете радиаторов считать: минимальная масса и минимальные габаритные размеры.

Номер варианта	Тип п/п прибора	Температура окр. среды, °C	Давление окр. среды, мм рт.ст.	Номинальное значение тока в нагрузке, А
1	T-50	+60	760	40

А.5 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Вопросы для самостоятельной проработки

1. Классификация систем обеспечения теплового режима ЭС.
2. Воздушные системы охлаждения ЭС.
3. Жидкостные системы охлаждения ЭС.
4. Критерии выбора жидкого хладагента.
5. Теплообмен при кипении жидкостей.
6. Теплообмен при конденсации жидкостей.
7. Испарительные системы охлаждения ЭС.
8. Кондуктивные системы охлаждения ЭС.
9. Радиационные системы охлаждения ЭС.
10. Комбинированные системы охлаждения ЭС.
11. Специальные системы охлаждения ЭС.
12. Выбор системы охлаждения ЭС.
13. Теплообменники ЭС.
14. Нагнетатели. Выбор нагнетателя.
15. Радиаторы. Выбор радиатора.
16. Вихревые трубы.
17. Тепловые трубы.
18. Дроссельные микроохладители.
19. Полупроводниковые термобатареи.
20. Криогенное охлаждение.
21. Классификация термостатов.
22. Ошибка термостатирования и система автоматического регулирования температуры.
23. Тепловая модель подогревного термостата, Автоколебательный режим.
24. Тепловая модель подогревного термостата, Пусковой режим.
25. Методы и средства защиты ЭС от влаги. Способы герметизации ЭС. Характеристики гермокорпусов.
26. Методы и средства защиты ЭС от воздействия ионизирующего излучения.

Для подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения.

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Макси м. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УМ-2. Технические средства обеспечения тепло -, влаго - и радиационной защиты ЭС	10-18	20	14	15	10	54		181
2.1 Устройства охлаждения ЭС	10-13	12	4	4	8	34	решение задач	64
							выполнение и защита ЛР	73
2.2 Устройства влагозащиты ЭС	14-15	4	2	2	-	10		
2.3 Устройства радиационной защиты ЭС	16-17	4	2	2	-	10		
Рубежный контроль по УЭМ2	18	Не менее 22 баллов из 44					Опрос	44
Семестровый контроль					2		д / зачет	
Итого:		54	27	27	18	108		300

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

6 ЗЕ = 50 б. х 6 = 300 баллов:

- оценка «удовлетворительно» – от 105 до 150 баллов;
- оценка «хорошо» – от 151 до 225 баллов;
- оценка «отлично» – от 226 до 300 баллов

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает и понимает физическую сущность явлений и процессов, происходящих в материалах и электронных приборах в экстремальных условиях эксплуатации	Испытывает трудности при объяснении физической сущности явлений и процессов, происходящих в материалах и электронных приборах в экстремальных условиях эксплуатации	Недостаточно четко объясняет физическую сущность явлений и процессов, происходящих в материалах и электронных приборах в экстремальных условиях эксплуатации	Четко объясняет физическую сущность явлений и процессов, происходящих в материалах и электронных приборах в экстремальных условиях эксплуатации
	Умеет решать задачи по тепловым, влажностным и радиационным воздействиям на материалы и электронные приборы в экстремальных условиях эксплуатации	Допускает ошибку при подборе формул и/или необходимых данных для решения задач или допускает критическую ошибку в расчетах	Правильно подбирает формулы и необходимые данные, но допускает не критические ошибки в расчетах	Верно решает задачи
	Владеет методами экспериментальных исследований тепловых, влажностных и радиационных процессов	Испытывает затруднения при использовании методов экспериментальных исследований тепловых, влажностных и радиационных процессов	Допускает неточности при использовании методов экспериментальных исследований тепловых, влажностных и радиационных процессов	Способен обосновать выбор и применить в практике методы экспериментальных исследований тепловых, влажностных и радиационных процессов

Приложение Г

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля **“Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях”**

Направление 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств

Формы обучения очнаяКурс 3 Семестр 7Часов: всего 216, лекций 54, практ. зан. 27, лаб. раб. 27, АСРС18, СРС 108Обеспечивающая кафедра ПТРА

Таблица Г.1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Брюханов О. Н. Тепломассообмен : учеб. для вузов / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко. - М. : Инфра - М, 2015. – 463с.	3	
2. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре.- М.: Высшая школа, 1984.- 247 с.	12	
3. Дульнев Г.Н. Методы расчета режима приборов/Г.Н. Дульнев, В.Т. Парфенов, А.В. Сигалов – М.: Радио и связь, 1992. -312 с.	5	
4. Уразаев В. Г. Влагозащита печатных узлов — М.: Техносфера, 2006. — 343 с.	1	
5. Карачинов В.А. Защита РЭС в экстремальных условиях. Специальные устройства охлаждения: учебное пособие. Великий Новгород, НовГУ, 2007. - 176с.	9	
Учебно-методические издания		
6. Защита радиоэлектронных средств в экстремальных условиях. Учебный модуль для направления 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств: Рабочая программа / Сост. В.А. Карачинов; НовГУ. – Новгород, 2017. – 18 с.		
7. Аналитический метод расчёта надёжности. Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения /О.Н. Петрова; НовГУ. – В. Новгород, 2014- 14с.	5	

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1. ПО “ELCUT” Студенческий	Код доступа: http://wikiprograms.org/elcut-%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9/	
2. Защита РЭС в экстремальных условиях: Мет. указ. к лабораторным работам и практическим занятиям для студентов дневной формы обучения и магистрантов / Сост. В.А. Карачинов; НовГУ, Новгород, 2000, 15 с.	Код доступа: http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&e_src=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjQs5us1r_TAhWhCpoKHVLZAfiQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.novsu.ru%2Ffile%2F1026565&usg=AFQjCNFOvcLmLM0EZ_yrj6Sy3I7nFsR1QQ&cad=rjt	

Таблица ГЗ – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1.Богданов Г. М. Основы проектирования радиоэлектронных средств : упорядочение исходных данных : учеб. пособие для вузов / Г. М. Богданов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2005. - 143с.	11	
2 Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы : Учеб.для студентов вузов. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Издательство МЭИ, 2005. - 458с	29	
3 Ямпурин Н. П. Основы надежности электронных средств : учеб. пособие для вузов / Н. П. Ямпурин, А. В. Баранова ; под ред. Н. П. Ямпурина. - М. : Академия, 2010. - 237с.	5	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ М.И. Бичурин
подпись И.О.Фамилия

_____ 2017г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка