

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.П. Ларин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование модулей ЭС»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология электронно- вычислительных средств
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил:

доцент., к.т.н.

должность, уч. степень, звание


подпись, дата

М.А. Ваганов

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» мая 2021 г., протокол № 9/21

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание


подпись, дата

А.Р. Бестугин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 11.03.03(01)

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание


подпись, дата

В.П. Ларин

инициалы, фамилия

Заместитель директора института № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание


подпись, дата

О.Л. Балышева

должность, уч. степень, звание

Аннотация

Дисциплина «Конструирование модулей ЭС» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-2 «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения»

ПК-3 «Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения»

ПК-9 «Способен осуществлять монтаж, испытания и сдачу в эксплуатацию опытных образцов изделий электронной техники»

ПК-10 «Готов выполнять проектирование устройств микроэлектроники и разрабатывать технологию их изготовления»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со специальной конструкторско-технологической подготовкой студентов на основе современных методов и методик создания аппаратуры по модульному принципу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Конструирование модулей ЭС» является формирование специальной конструкторской подготовки студентов в области проектирования аппаратуры на базе современного метода конструирования.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения	ПК-2.У.1 умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов ПК-2.У.2 умеет разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и	ПК-3.3.1 знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов ПК-3.У.1 умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов

	устройств различного функционального назначения	ПК-3.В.1 владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен осуществлять монтаж, испытания и сдачу в эксплуатацию опытных образцов изделий электронной техники	ПК-9.3.1 знает правила и нормы монтажа и испытаний сложного электронного оборудования
Профессиональные компетенции	ПК-10 Готов выполнять проектирование устройств микроэлектроники и разрабатывать технологию их изготовления	ПК-10.У.1 умеет формулировать цели и задачи проектирования электронного и микроэлектронного устройства или системы, разрабатывать техническое задание на проектирование

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Материаловедение»,
- «Основы теории точности и методы взаимозаменяемости»,
- «Технология конструкционных материалов»,
- «Теоретические основы конструирования ЭС»,
- «Элементная база и БНК ЭС».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Технология сборки и монтажа ЭС»,
- «Технология испытаний приборов»,
- «Технология контроля ЭС».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	4/ 144	1/ 36
Аудиторные занятия, всего час.	85	68	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36	36	
Самостоятельная работа, всего (час)	59	40	19
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.,	Экз.	

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Структура и особенности процесса конструирования модулей ЭС	5				
Раздел 2. Разработка требований к конструкциям модулей ЭС	6		8		8
Раздел 3. Конструкции модулей аппаратуры специального назначения	6		10		8
Раздел 4. Теплофизическое конструирование модулей ЭС	6		4		8
Раздел 5. Защита конструкций модулей ЭС от внешних воздействий	6		12		8
Раздел 6. Оценка качества конструирования модулей ЭС	5				8
Итого в семестре:	34		34		40
Семестр 7					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	59

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<p>Раздел 1. Структура и особенности процесса конструирования узлов ПА Задачи дисциплины. Классификация, состав и общая конструктивная схема типового узла в виде конструктивного модуля первого уровня разукрупнения. Технические требования к конструкциям модулей ПА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.). Обобщенный алгоритм разработки конструкции модуля ПА.</p>
<p>Раздел 2. Разработка требований к конструкциям модулей ПА Типовые структуры конструкций модулей современной электронной ПА. Перспективные направления развития конструкций модулей ПА и прогнозирующая оценка модулей ПА следующих поколений. Требования к конструкции модуля по назначению ПА. Учет влияния климатических и механических воздействий. Методы обеспечения надежности при конструировании модулей. Методы стандартизации и унификации конструкции модулей ПА. Параметрическая унификация электронных приборных модулей. Конструкции модулей бортовой ПА.</p>
<p>Раздел 3. Модули бортовой ПА и космических аппаратов (КА) различного назначения Структурные элементы бортовых систем КА и их конструктивная реализация. Структурно-функциональные схемы основных систем КА «Янтарь», «Бриз» и др. Конструкции приборных контейнеров и блоков систем управления. Конструкции модулей устройств систем обеспечения жизнедеятельности. Модули автономной система обеспечения жизнедеятельности</p>
<p>Раздел 4. Теплофизическое конструирование модулей ПА</p>

Типовые конструкторские решения по обеспечению заданного теплового режима модулей аппаратуры КА. Комбинированные системы обеспечения теплового режима. Системы на тепловых трубах. Модули с корпусом-радиатором. Методики расчета принудительных способов охлаждения.

Раздел 5. Защита конструкций модулей ПА от внешних воздействий

Виброустойчивость и вибропрочность конструкции модуля ПА. Поиск решения по обеспечению вибропрочности.

Климатические факторы и их воздействие на конструкции модулей ПА. Защита конструкций модулей ПА от климатических воздействий.

Виды прочих внешних факторов и их воздействие на модули ПА; способы защиты.

Конструкторско-технологическая характеристика способов герметизации и экранирования.

Раздел 6. Оценка качества конструирования ЭПА

Показатели качества конструкции узла ЭПА. Показатели назначения. Показатели уровней миниатюризации и интеграции конструкции. Технологичность конструкции и показатели технологичности. Показатели уровней стандартизации и унификации.

Выбор показателей для оценки надежности конструкции. Методики расчета показателей качества конструкции узла ЭПА.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

Учебным планом не предусмотрено

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ /п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ разд
Семестр 6			
	Разработка компоновочного решения и выбор элементов конструкции модуля	4	2,3
	Цикл ЛР: Проектирование печатной платы модуля	10	2,3
	Расчет характеристик модуля по заданному классу точности печатной платы	4	2,3
	Теплофизическое моделирование работы модуля	4	4
	Цикл ЛР: Моделирование условий внешних воздействий и определение характеристик устойчивости	12	5
	Всего:	34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: Практическая реализация проектно-расчетных методик конструирования модуля с заданными исходными параметрами.

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		30	
Курсовое проектирование (КП, КР)	19		19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		1	
Домашнее задание (ДЗ)		9	
Всего:	59	40	19

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-8.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Кол-во экз
681.2 (ГУАП) Л25	Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005	300
621.3 – П 33	Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005. – 560 с.	10

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
-------	--------------

Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
2	Специализированная лаборатория «Конструирования и технологии приборов и электронных средств»	13-07

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

Перечень вопросов (задач) для экзамена
<ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристика процесса проектирования модулей приборной аппаратуры (ПА) 2. Состав типовой конструкции модуля ПА 3. Концептуальные задачи конструирования модулей ПА 4. Факторы, определяющие состав и содержание технических требований к конструкции 5. Факторы, определяющие направление и метод конструирования 6. ТЗ на проектирование модуля. Состав ТЗ: 7. Технические требования на проектирование конструкции. Уточнение и детализация ТТ 8. Показатели назначения проектируемого модуля 8. Характеристика условий эксплуатации модуля 9. Формирование ТТ 10. Характеристика условий эксплуатации специализированных групп модулей ПА 11. Основные требования к конструкции модулей ПА в зависимости от класса 12. Классификация климатических ВВФ 13. Классификация механических ВВФ 14. Классификация ВВФ, определяемых электромагнитными полями, волнами и различными средами 15. Модель ВВФ 16. Техническое предложение. Состав работ 17. Формирование замысла, поиск конструкторских решений и информационно-техническое обеспечение 18. Эскизный проект. Состав работ 19. Технический проект. Состав работ 20. Виды проектной документации. 21. Конструкторская документация. 22. Виды чертежей, схем и текстовых КД. Требования к выполнению. 23. Требования стандарта 20.39.309 системы КСОТТ по заданию к.-т. требований 24. Классификация показателей качества конструкции. Виды показателей качества конструкции 25. Типовые задачи оценки качества изделий 26. Абсолютные показатели оценки качества конструкции

- | |
|---|
| 27. Удельные и относительные показатели качества конструкции |
| 28. Виды оценки технологичности и показатели оценки технологичности эл. модулей |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Темы и задание для выполнения курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Примерное задание для выполнения курсового проекта

Примерное задание для выполнения курсового проекта
<p>ТЕМА: Конструирование модуля приборной аппаратуры заданного класса</p> <p>Исходные данные: 1. Класс аппаратуры – (10 вариантов)</p> <p>2. Класс точности проектируемой платы модуля – (4 варианта)</p> <p>Дополнительные данные: (ограничения по материалу ПП, размерам и корпусам компонентов)</p> <p>Выполнить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Анализ ТЗ и схемы принципиальной электрической модуля. 2) Сформулировать техническое предложение по конструктивному решению и компоновке. 3) Выбрать базовую несущую конструкцию, обосновать выбор. 4) Провести расчеты (коэффициента заполнения объема, компоновки, показателя микроминиатюризации, схемной надежности модулей, технологичности и др.). 5) Конструирование модуля изделия (топологическое конструирование), выполнение проверочных расчетов. 6) Выполнить моделирование и провести проверочные расчеты (устойчивости к механическим воздействиям, теплового режима).

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины содержатся в пособиях по видам занятий к дисциплине.

12. Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой