

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 электронных модулей приборов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Технология аэрокосмического приборостроения
Форма обучения	очная

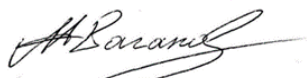
Санкт-Петербург 2021

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

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание


подпись, дата

А.Р. Бестугин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 12.03.01(02)

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

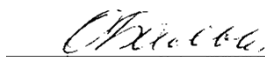

подпись, дата

В.П. Ларин

инициалы, фамилия

Заместитель директора института № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.


подпись, дата

О.Л. Бальшева

должность, уч. степень, звание

Аннотация

Дисциплина «Конструирование электронных модулей приборов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Технология аэрокосмического приборостроения». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем»

ПК-2 «Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования»

ПК-3 «Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов в области приборостроения»

ПК-5 «Способен составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы»

ПК-6 «Способен разрабатывать планы конструкторско-технологических работ и контролировать их выполнение»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методиками конструирования электронных узлов приборов и решением практических конструкторско-технологических задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, 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 электронных модулей приборов» является формирование конструкторско-технологической подготовки студентов в области конструирования электронных узлов первого структурного уровня.

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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем	ПК-1.3.1 знает основные этапы при разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем ПК-1.У.1 умеет проводить расчеты при разработке функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов ПК-1.В.1 владеет навыками операционного сопровождения процесса создания приборов и систем бортовых комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования	ПК-2.У.1 умеет проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-2.В.1 владеет навыками проведения проектных расчетов и технико-экономического обоснования конструкций приборов в соответствии с техническим заданием
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов в	ПК-3.3.1 знает принципы построения простейших физических и математических моделей схем, конструкций и технологических процессов в области приборостроения ПК-3.В.1 владеет навыками изучения и анализа сборочной и монтажной конструкторской документации, чертежей, технических условий, электрических схем, программ испытаний

	области приборостроения	
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы	ПК-5.У.1 умеет разрабатывать конструкторскую документацию на изделия, узлы и сборочные единицы ПК-5.В.1 владеет навыками разработки технических требований и заданий на проектирование и конструирование приборов, комплексов и их составных частей
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен разрабатывать планы конструкторско-технологических работ и контролировать их выполнение	ПК-6.3.1 знает принципы построения планов конструкторско-технологических работ и этапы контроля их выполнения ПК-6.У.1 умеет использовать нормативные и справочные данные при составлении планов конструкторско-технологических работ ПК-6.В.1 владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами и нормативами

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Материаловедение»,
- «Компьютерные технологии в приборостроении»,
- «Электроника»,
- «Элементная база и БНК».

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

- «Основы конструирования приборов»,
- «Технология сборки и монтажа узлов приборов».

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
1	2	3	4
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	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
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	4				
Раздел 2. Разработка требований к конструкциям ЭПА	4				
Раздел 3. Выбор несущих конструкций приборов и устройств и технологий их изготовления	4		4		8
Раздел 4. Конструирование характерных деталей и сборочных единиц приборов и базовые технологии их изготовления	6		4		8
Раздел 5. Конструирование печатных плат и электронных функциональных узлов ЭПА и технологии их изготовления	6		10		8
Раздел 6. Теплофизическое конструирование узлов ЭПА	4		6		8
Раздел 7. Защита конструкций узлов ЭПА от внешних воздействий	4		8		8
Раздел 8. Оценка качества конструирования ЭПА	2		2		
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><u>Раздел 1.</u> Структура и особенности процесса конструирования.</p> <p>Задачи дисциплины. Техническое задание на конструирование. Технические требования к конструкциям узлов ЭПА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).</p> <p>Обобщенный алгоритм разработки конструкции узла ЭПА.</p>

Раздел 2. Разработка требований к конструкциям ЭПА
Типовая структура конструкции современной электронной ЭПА.
Требования к конструкции по назначению узлов ЭПА.
Формирование требований к конструкции по надежности.
Учет влияния климатических и механических воздействий.
Технологичность конструкции узла и ее обеспечение. Методы стандартизации и унификации конструкции узлов ЭПА. Параметрическая унификация электронных приборных модулей.
Обеспечение пригодности конструкции к автоматизированной сборке.

Раздел 3. Выбор несущих конструкций приборов и устройств и технологии их изготовления
Типовые конструктивно-компоновочные решения электронных, электромеханических и механических наземных и бортовых узлов ЭПА.
Унификация несущих конструкций. Стандартные базовые несущие конструкции (БНК).
Характеристика систем стандартов на БНК.

Раздел 4. Конструирование характерных деталей и сборочных единиц приборов и базовые технологии их изготовления
Основные нормализованные изделия и элементы конструкций узлов ЭПА.
Принципы выбора материала конструкционных деталей. Дерево поиска рационального решения при выборе материала.
Выбор сборочных соединений для корпусных деталей.
Выбор покрытий для деталей несущих конструкций и корпусов узлов ЭПА.

Раздел 5. Конструирование печатных плат и электронных функциональных узлов ЭПА и технологии их изготовления
Общие технические требования по конструированию электронных узлов на печатных платах (ПП). Типы конструкций ПП. Критерии выбора типа конструкции ПП. Дерево поиска рационального типа конструкции ПП и типового технологического процесса изготовления.
Критерии выбора материала основания ПП. Перспективные материалы для монтажных оснований. Методы конструирования ПП. Конструирование ПП и функциональных узлов, изготавливаемых по технологии поверхностного монтажа.
Методики решения типовых задач конструирования ПП и электронных узлов с применением современного программного обеспечения.

Раздел 6. Теплофизическое конструирование узлов ЭПА
Тепловой режим прибора. Теплообмен кондуктивный, конвективный и лучеиспусканием.
Типовые конструкторские решения по обеспечению заданного теплового режима узла.
Обеспечение теплового режима на поверхности электронного узла.
Методики расчета принудительных способов охлаждения.

Раздел 7. Защита конструкций узлов ЭПА от внешних воздействий
Виброустойчивость и вибропрочность конструкции узла ЭПА. Частота собственных колебаний элементов конструкции и методика расчета. Ударопрочность конструкции.
Климатические факторы и их воздействие на наземные и бортовые узлы ЭПА. Защита конструкций узлов ЭПА от климатических воздействий.
Виды прочих внешних факторов и их воздействие на узлы бортовой ЭПА; способы защиты.
Конструкторско-технологическая характеристика способов герметизации и экранирования.

Раздел 8. 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Разработка технического задания на конструирование модуля	2	2
2	Оценка технологичности конструкции модуля	2	4, 8
3	Выбор системы БНК (БНК 1 и БНК 2) для модуля	2	3
4	Выбор корпусов компонентов и посадочных мест	4	4, 5
5	Конструирование ПП	10	5
6	Исследование теплового режима модуля	4	6
7	Исследование виброустойчивости и виброзащиты модуля	4	7
8	Расчет показателей безотказности конструкции модуля	4	8
9	Расчет электромагнитного экрана	2	7
Всего:		34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: формирование практических навыков конструкторско-технологического проектирования электронных модулей первого уровня разукрупнения приборной аппаратуры

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
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		30	
Курсовое проектирование (КП, КР)	19		19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		1	
Домашнее задание (ДЗ)		9	

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)			
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. 7-11.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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. Технические требования к конструкциям узлов ЭПА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.). 2. Обобщенный алгоритм разработки конструкции узла ЭПА. 3. Типовая структура конструкции современной электронной ЭПА. 4. Требования к конструкции по назначению узлов ЭПА. 5. Формирование требований к конструкции по надежности. 6. Учет влияния климатических и механических воздействий. 7. Технологичность конструкции узла и ее обеспечение. 8. Методы стандартизации и унификации конструкции узлов ЭПА. 9. Параметрическая унификация электронных приборных модулей. 10. Обеспечение пригодности конструкции к автоматизированной сборке. 11. Типовые конструктивно-компоновочные решения электронных, электромеханических и механических наземных и бортовых узлов ЭПА. 12. Унификация несущих конструкций. 13. Стандартные базовые несущие конструкции (БНК). 14. Характеристика систем стандартов на БНК. 15. Основные нормализованные изделия и элементы конструкций узлов ЭПА. 16. Принципы выбора материала конструкционных деталей. 17. Дерево поиска рационального решения при выборе материала. 18. Выбор сборочных соединений для корпусных деталей. 19. Выбор покрытий для деталей несущих конструкций и корпусов узлов ЭПА. 20. Общие технические требования по конструированию электронных узлов на печатных платах (ПП). 21. Типы конструкций ПП. 22. Критерии выбора типа конструкции ПП. 23. Дерево поиска рационального типа конструкции ПП и типового технологического процесса изготовления. 24. Критерии выбора материала основания ПП. 25. Перспективные материалы для монтажных оснований. 26. Методы конструирования ПП. 27. Конструирование ПП и функциональных узлов, изготавливаемых по технологии поверхностного монтажа.

28. Методики решения типовых задач конструирования ПП и электронных узлов с применением современного программного обеспечения.

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

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта
1	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры спутника
2	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры гиперзвукового ЛА
3	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры тактической ракеты
4	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры беспилотника
5	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры боевого вертолета
6	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры истребителя-перехватчика
7	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры самолета-амфибии

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.

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