

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  
 профессор, д-р техн. наук  
 (должность, уч. степень, звание)  
 О.П. Куркова  
 (инициалы, фамилия)  
 (подпись)  
 «22» \_06\_ 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструктив приборной аппаратуры»  
 (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

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Профессор д.т.н.,  
 профессор  
 (должность, уч. степень, звание)

*Шелест*  
 (подпись, дата)

Д.К. Шелест  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«\_05\_» \_06\_ 2023 г, протокол № \_7/23\_

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.  
 (уч. степень, звание)

*Бестугин*  
 (подпись, дата)

А.Р. Бестугин  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.03(01)

проф., д.т.н., проф.  
 (должность, уч. степень, звание)

*Куркова*  
 (подпись, дата)

О.П. Куркова  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание)

*Балышева*  
 (подпись, дата)

О.Л. Балышева  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Конструктив приборной аппаратуры» 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:

ПК-1 «Способен осуществлять проработку технического задания (ТЗ) на создание электронных средств и систем»

ПК-5 «Способен осуществлять разработку схмотехнических решений отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов»

ПК-6 «Способен определять численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков, выполнять расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений»

ПК-7 «Способен выполнять оценку быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков»

ПК-10 «Способен осуществлять разработку эксплуатационной и ремонтной документации на электронные средства и системы»

ПК-11 «Способен осуществлять разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) с целью принятия решения о целесообразности разработки (модернизации) электронных средств и систем»

ПК-23 «Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности»

ПК-28 «Способен вырабатывать решения, направленные на совершенствование схмотехнических решений или изменение технического задания по результатам моделирования аналоговых блоков»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами теоретических знаний и практических навыков по конструированию несущих конструкций электронных средств, приборных устройств и их составных элементов, освоение методов и методик разработки конструкций с использованием унифицированных модулей и передовых технологий изготовления.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, 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

Цель преподавания дисциплины «Конструктив приборной аппаратуры» - формирование углубленной конструкторской подготовки студентов направления 11.03.03(01), профиля – Проектирование и технология электронно-вычислительных средств.

Дисциплина является основной в подготовке к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности бакалавра, в том числе имеющими полидисциплинарный характер, «получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования несущих конструкций электронных и электромеханических систем, создание поддерживающей образовательной среды, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области системного представления разрабатываемых конструкций.

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 осуществлять проработку технического задания (ТЗ) на создание электронных средств и систем	ПК-1.У.1 умеет выявлять критические узлы в конструкциях электронных средств и систем
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен осуществлять разработку схемотехнических решений отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов	ПК-5.В.2 владеет навыками интеграции схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен определять численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков, выполнять расчет	ПК-6.3.1 знает основные задачи этапа схемотехнического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования ПК-6.3.2 знает основные формы представления аналоговых функций, а также инженерные и машинные алгоритмы и методы их анализа (моделирования) с последующей реализацией схем в заданном библиотечном

	уровней питающих, входных и выходных напряжений	базисе
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен выполнять оценку быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков	ПК-7.В.1 Владеет методами анализа и оценки быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков
Профессиональные компетенции	ПК-10 Способен осуществлять разработку эксплуатационной и ремонтной документации на электронные средства и системы	ПК-10.3.1 знает условия эксплуатации разрабатываемого электронного оборудования для КА и РКТ ПК-10.У.1 умеет анализировать конструкторскую и испытательную документацию с целью сбора информации, необходимой для оформления эксплуатационной и ремонтной документации ПК-10.В.1 владеет методами расчета эксплуатационных показателей электронных средств и систем
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен осуществлять разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) с целью принятия решения о целесообразности разработки (модернизации) электронных средств и систем	ПК-11.3.1 знает методики разработки и анализа ТЭО создания электронных средств и систем ПК-11.У.1 умеет разрабатывать документы, содержащие технические и стоимостные характеристики составляющих электронных средств и систем, включая производимых другими организациями, для принятия решения о целесообразности разработки БА КА
Профессиональные компетенции	ПК-23 Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени	ПК-23.3.1 знает правила и нормы защиты электронных средств от влияния внешних и внутренних факторов, в том числе статического электричества

	сложности и важности	
Профессиональные компетенции	ПК-28 Способен выработать решения, направленные на совершенствование схмотехнических решений или изменение технического задания по результатам моделирования аналоговых блоков	ПК-28.В.1 владеет навыками разработки технических решений, направленных на совершенствование схмотехнических решений

## 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»,
- «Физические основы получения информации»,
- «Элементная база и БНК приборов».

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

- «Конструирование электронных узлов приборов»,
- «Основы технологии приборостроения»,
- «Технология сборки и монтажа приборов»,
- «Технология испытаний приборов»,
- «Технология производственного контроля 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	
		№4	№5
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	4/ 144	1/ 36
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	34	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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	
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	59	40	19
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 4</b>					
Раздел 1. Тема 1.1. .....	6		6		6
Раздел 2.	6		6		6
Раздел 3.	6		6		8
Раздел 4.	8		8		10
Раздел 5.	8		8		10
Итого в семестре:	34		34		40
<b>Семестр 5</b>					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	59

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Тема 1.1 - Предмет, цель и содержание курса. Задачи дисциплины. Структура процесса конструирования несущих конструкций. Роль конструктора в экономии ресурсов, сохранении окружающей среды и обеспечении эффективности производства. Тема 1.2 - Процесс создания конструкции как комплексная задача сквозного проектирования. Техническое задание на конструирование. Технические требования к конструкциям бортовых приборов и устройств (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).

	Обобщенный алгоритм разработки конструкции приборной аппаратуры.
Раздел 2.	<p>Тема 2.1 - Конструкция авиационных ЭС как система. Структурные уровни конструкции ЭС. Цели структурного дробления. Понятия входимости и разукрупнения приборной аппаратуры. Типовая структура конструкции современной ЭС</p> <p>Тема 2.2 - Перспективные направления развития конструкций электронной аппаратуры и прогнозирующая оценка аппаратуры следующих поколений. Эвристические методы и процедуры, применяемые при разработке конструкции.</p>
Раздел 3.	<p>Тема 3.1 - Предпроектные исследования и требования к конструкторской документации. Нормоконтроль конструкторской документации. Основная нормативная документация на конструирование.</p> <p>Тема 3.2 - Требования к конструкции по назначению аппаратуры. Общий перечень требований по назначению. Климатическое исполнение. Категории размещения конструкции на объекте и массогабаритные требования. Учет влияния климатических и механических воздействий. Построение схем функциональных задач конструкции.</p>
Раздел 4.	<p>Тема 4.1 - Технологичность конструкции и ее обеспечение. Методы стандартизации и унификации конструкции. Параметрическая унификация электронных модулей. Обеспечение пригодности конструкции к автоматизированной сборке. Требования безопасности, эргономики и эстетики к конструкциям ЭС и устройств. Патентно-правовые требования Типовые конструктивно-компоновочные решения электронных наземных и бортовых приборов и устройств. Унификация несущих конструкций. Стандартные базовые несущие конструкции (БНК). Характеристика систем стандартов на БНК.</p> <p>Тема 4.2 - Критерии выбора рациональной конструкции корпуса для наземной и бортовой аппаратуры. Дерево поиска рационального варианта конструктивно-компоновочного решения и соответствующего варианта БНК. Базовые технологии изготовления элементов БНК.</p>
Раздел 5.	<p>Тема 5.1 - Параметрический синтез конструкции. Анализ и декомпозиция функциональных задач конструкции. Формирование специализированных функциональных устройств и их унификация .</p> <p>Тема 5.2 - Методы конструирования. Функционально-узловой, Функционально - Раздельный и блочный (моноблочный) методы конструирования.</p> <p>Тема 5.3 – Теплофизическое конструирование ЭС приборной аппаратуры. Способы отвода тепловой энергии в конструкциях приборной аппаратуры. Отличия решения задачи для герметичного и негерметичного исполнения</p>

	<p>конструкции. Тепловой режим «планарной» конструкции. Обеспечение теплового режима в объеме конструкции. Тепловые модели различных конструкций. Методики расчета теплового режима.</p> <p>Тема 5.4 – Обеспечение устойчивости конструкции к механическим нагрузкам. Характеристики вибрационных и ударных воздействий. Методики расчета вибро- и ударопрочности. Расчет частоты свободных колебаний конструкции. Расчет виброизоляции и расстановки амортизаторов. Методы снижения виброактивности конструкций и снижения уровня вибрационных и ударных воздействий для различных структурных уровней конструкции.</p>
--	--

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Компоновочный расчет БНК	6	2	1
2	Расчет коэффициентов унификации и стандартизации	4	1	2
3	Функциональная и конструктивная интеграция конструктива прибора	6	2	3
4	Оценки технологичности деталей и сборочных единиц БНК	10	4	4
5	Оценки устойчивости несущих конструкции ЭС к тепловым и механическим нагрузкам	8	3	5
Всего		34		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта:



Часов практической подготовки:

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 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		10	
Курсовое проектирование (КП, КР)			9
Расчетно-графические задания (РГЗ)		20	
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)			
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		10	10
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	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.3 – ПЗ3	1. Баканов Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.Ф. Баканов, С.С. Соколов, В.Ю. Суходольский; под ред. И.Г. Мироненко. – М.: изд. центр «Академия», 2007. – 368 с. <a href="http://umo.eltech.ru/umo/metodicheskoeobespechenie">http://umo.eltech.ru/umo/metodicheskoeobespechenie</a>	5  100
681.2 Л25	2. Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005. – 300с. <a href="http://guap.ru/guap/kaf23old35/um4_main.shtml">http://guap.ru/guap/kaf23old35/um4_main.shtml</a>	20

	3. Конструирование электронных узлов измерительно-вычислительных комплексов для студентов заочного обучения. Программа. Методические указания для студентов заочного обучения.- СПбГУАП. СПб. 2006. - 20с	100
ОО4.4 А-22	4. Технология приборостроения: практикум/под ред. В.П.Ларина, В.П.Пашкова/ Авт. В.П.Ларин, В.П.Пашков, О.Л.Смирнов, Б.Г.Филатов. СПб.: ГУАП.2014.- 208с. 5. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – - М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005. – 560 с. 6. Белоусов О.А. . Основные конструкторские расчеты в РЭС: учебное пособие/О.А. Белоусов, Н.А Кольтюков, А.Н. Грибков.- Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Ун-та, 2007 7. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. : Издательский центр «Академия» . 2010. 240с. 8. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2012. – 440 с.4. 9. Уваров А.С. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. СПб.: Питер, 2001. 10. Шалумов А.С. и др. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1 / Под ред. Кофанова Ю.Н., Малютина Н.В., Шалумова А.С. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368 с 11. Ларин В.П., Шелест Д.К. Формирование, обеспечение и поддержание надежности приборов и электронных средств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2012.	100

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
	window.edu.ru>catalog/resources
	edu.ru>modules.php
	<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	ЭБС "Лань" (договор № 029 от

	31.01.2020г., ) электронно-библиотечная система издательства "Лань". Рекомендована к использованию студентам и преподавателям технических институтов ВУЗа. <i>У ЭБС имеется мобильное приложение, в работу которого интегрирован синтезатор речи.</i> Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2023
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБС ЮРАЙТ</u> (Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2023) - в электронной библиотеке представлены все книги издательства Юрайт. <i>У ЭБС имеется версия для слабовидящих.</i>
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБС "Znanium"</u> (Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2023) электронно-библиотечная система издательства "ИНФРА-М". Рекомендована к использованию студентам и преподавателям экономического, юридического и гуманитарного институтов. <i>У ЭБС имеется версия для слабовидящих</i>
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБ КАКВР</u> - Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических ВУЗов России. Доступ по ip-адресам ВУЗа в рамках сотрудничества аэрокосмических ВУЗов.
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2023

## 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	Лекционная аудитория	13-07
2	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
3	Специализированная лаборатория «Автоматизация проектирования электронной аппаратуры»	13-17
4	Стенд	14-06Е

## 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; 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»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	1. Характеристика процесса проектирования приборной аппаратуры (ПА)	ПК-1.У.1
	2. Состав типовой конструкции ПА	ПК-5.В.2
	3. Факторы, определяющие состав и содержание технических требований к конструкции	ПК-6.3.1
	4. Факторы, определяющие направление и метод конструирования	ПК-6.3.2
	5. ТЗ на проектирование изделия. Состав ТЗ на НК:	ПК-7.В.1
	6. Технические требования на проектирование конструкции. Уточнение и детализация ТТ	ПК-10.3.1
	7. Показатели назначения проектируемого изделия	ПК-10.У.1
	8. Характеристика условий эксплуатации специализированных групп НК	ПК-10.В.1
	9. Классификация климатических ВВФ НК	ПК-11.3.1
	10. Классификация механических ВВФ НК	ПК-11.У.1
	11. Классификация ВВФ, определяемых электромагнитными полями, волнами и различными средами НК	ПК-23.3.1
	12. Классификация климатических ВВФ НК	ПК-23.3.1
	13. Эскизный проект НК . Состав НК работ	ПК-23.3.1
	14. Технический проект. Состав работ	ПК-23.3.1
	15. Классификация показателей качества конструкции. Виды показателей качества конструкции НК	ПК-10.3.1
	16. Типовые задачи оценки качества НК	ПК-7.В.1
	17. Абсолютные показатели оценки качества конструкции НК	ПК-10.3.1
	18. Удельные и относительные показатели качества конструкции НК	ПК-10.В.1
	19. Виды оценки технологичности и показатели оценки технологичности НК электронных модулей	ПК-11.3.1
	20. Теплофизическое конструирование ЭС приборной аппаратуры.	ПК-23.3.1

	21.Тепловые модели различных конструкций. Методики расчета теплового режима.	ПК-23.3.1
	22.Обеспечение устойчивости конструкции к механическим нагрузкам.	ПК-11.У.1
	23.Расчет частоты свободных колебаний конструкции.	ПК-11.У.1
	24.Методы снижения виброактивности конструкций и снижения уровня вибрационных и ударных воздействий для различных структурных уровней конструкции.	ПК-28.В.1

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	Код индикатора
	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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	<p>1 Амортизационная рама для электронного оборудования – 2 варианта;  2 Барометрический высотомер – 5 вариантов;  3 Блок чувствительных элементов бесплатформенной инерциальной навигационной системы – 5 вариантов;  4 Герметичный корпус для радиоэлектронной аппаратуры – 2 варианта;  5 Термостабилизированный шкаф для электронного оборудования – В исключительных случаях, для студентов, имеющих отличные успехи в учебе, по их желанию могут разрабатываться индивидуальные задания по следующим тематикам:  6 разработка конструкции измерительного прибора, обеспечивающей оптимальность заданного параметра (или ряда параметров), например, массы, габаритов, надежной работа при внешних воздействиях и т.п.;  7 анализ конструкции заданного прибора и её модернизация в целью улучшения эксплуатационных (производство, хранение, транспортировка, функционирование, ремонт, утилизация) характеристик.  8 Блок питания для компьютера, мощностью 350Вт, форм-фактор АТХ  9 Блок управления и контроля автоматизированного тестера параметров радиоэлементов</p> <p>Темами КР также могут служить задачи, решаемые студентами в рамках хоздоговорной или госбюджетной тематик кафедры.  При выполнении КР могут разрабатываться и комплексные темы, связанные с решением одной конструкторских задачи несколькими студентами.  Степень сложности поставленных и решенных в работе вопросов учитывается при оценке выполненной работы.</p>

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	Код индикатора
	1 Какие элементы составляют конструктив изделия ?	ПК-2.В.1
	2 Какие факторы определяют состав и содержание ТТ к конструкции ПА ?	ПК-2.В.1
	3 Поясните понятия «класс аппаратуры» и «климатическое исполнение»	ПК-2.В.1
	4 Что такое «категория размещения на объекте» ?	ПК-2.В.1
	5 Какими показателями можно оценить качество проекта конструкции изделия ?	ПК-2.В.1
	6 Какие показатели могут дать полную оценку изделию ?	ПК-2.В.1
	7 Приведите примеры видов интегральных показателей оценки качества конструкции	ПК-2.В.1
	8 Что собой представляют удельные показатели качества конструкции или эффективности функционирования ?	ПК-2.В.1
	9 Дайте определение относительным показателям оценки качества конструкции или функционирования изделия	ПК-2.В.1
	10 Рассмотрите основные этапы алгоритма принятия компоновочных решений конструкции	ПК-2.В.1
	11 По каким факторам проводится анализ проекта конструкции в зависимости от области объекта установки ?	ПК-2.В.1
	12 По каким факторам проводится анализ проекта конструкции в зависимости от области проектных технологий ?	ПК- 11. В1
	13 По каким факторам проводится анализ проекта конструкции в зависимости от области эксплуатации ?	ПК- 11. В1
	14 Какие факторы анализируются при формировании требований к конструкции по области функциональных задач ?	ПК- 11. В1
	15 Показатели назначения проектируемого изделия	ПК- 11. В1
	16 Абсолютные показатели оценки качества конструкции НК	ПК- 11. В1
	17 Удельные и относительные показатели качества конструкции НК	ПК- 11. В1
	18 Виды оценки технологичности и показатели оценки технологичности НК электронных модулей	ПК- 11. В1

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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в

рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Лекции . Конспект лекций представляется в Инф. система каф. 23\_.

При работе ON LINE Материалы лекций представляются в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside> по дисциплине «Основы конструирования приборов»

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

В процессе проведения лекций предусматриваются семинары для обсуждения видео-роликов и видеофильмов, представленные в Инф. система каф. 23 в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП <https://pro.guap.ru/inside#library>.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.



Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Для проведения лабораторно-практических занятий Методические указания для проведения занятий приведены в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside>.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Для проведения лабораторно-практических занятий Методические указания для проведения занятий приведены в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside>.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Для проведения лабораторно-практических занятий Методические указания для проведения занятий приведены в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside>

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Для проведения лабораторно-практических занятий Методические указания для проведения занятий приведены в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside>.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

## ВВЕДЕНИЕ

### 1 ОБЗОРНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 Обзор литературных источников по проблеме
- 1.2 Анализ направлений проектирования
- 1.3 Выбор и обоснование направления проектирования
- 1.4 Разработка структурно-функциональной модели объекта проектирования

### 2 РАСЧЁТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Анализ технического задания и разработка технических требований на [объект проектирования]
- 2.2 Разработка структуры [объекта проектирования]
- 2.3 Разработка функциональной схемы [устройства, модуля-(ей)]
- 2.4 Разработка [Выбор] принципиальной электрической схемы и расчет [параметров, элементов схемы]
- 2.5 Анализ и моделирование функциональных зависимостей [параметров, характеристик объекта от влияющих факторов, изменений режимов и др. ]

### 3 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 3.1 Выбор и обоснование компоновочного решения [устройства]
- 3.2 Выбор конструктивного исполнения элементной базы [Выбор типа корпусов электронных компонентов]
- 3.3 Конструирование электронного модуля. Выбор конструктивного исполнения .

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

1. Чертежно-графические материалы (минимум 8 листов А1, из них минимум 4 конструкторских):
2. Структурная схема устройства
3. Структурно-функциональная схема технологической системы (для технологических тем)
4. Функциональная схема устройства (обязательно)
5. Принципиальная электрическая схема (обязательно)
6. Компоновочный чертеж (СБ) конструкции верхнего уровня (обязательно)
7. Сборочный чертеж модуля (печатного узла) (обязательно)
8. Сборочный чертеж микромодуля (МСБ) (с трассировкой) (обязательно)
9. Топологический чертеж ПП (трассировка) (обязательно)
10. Топологический чертеж МСБ (трассировка)
11. Чертеж заготовки ПП (отверстия, элементы формы)
12. Технологическая схема сборки (обязательно)
13. Алгоритм, графики, причинно-следственная диаграмма, 3D модель
14. Таблица технико-экономических показателей .

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения

и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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
31.08.23			