

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н. Хрусталеv В. А.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем**

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Курс: 4, семестр : 7

Факультет радиотехники и электроники,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 7       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 2       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 72      |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 58      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 0       |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18      |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 0       |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 2       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 14      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | 3       |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №179 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 20.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

КТРС, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

старший преподаватель, к.т.н. Богомолов П. Г.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Синельников А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева В. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.4 готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации; в части следующих результатов обучения:</b> |
| у1. уметь применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации                                                                                                                      |
| <b>Компетенция НГТУ: ПК.23.В Способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к проектированию радиотехнических систем; в части следующих результатов обучения:</b>                            |
| у5. уметь выполнять конструкторские расчеты                                                                                                                                                                                   |
| <b>Компетенция НГТУ: ПК.24.В Способность к проектированию систем радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                        |
| з6. знать основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств                                                                                                                                                   |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                      | Формы организации занятий                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <i>Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем</i>                                      |                                                     |
| <b>ОПК.4.у1 уметь применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации</b> |                                                     |
| 1. уметь применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации              | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.23.В.у5 уметь выполнять конструкторские расчеты</b>                                                            |                                                     |
| 2. уметь выполнять конструкторские расчеты                                                                           | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.24.В.з6 знать основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств</b>                            |                                                     |
| 3. знать основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств                                           | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |      |                               |
| <b>Дидактическая единица: Основы проектирования РЭС</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |      |                               |
| 1. Основы проектирования электронных средств. Стадии разработки изделий. Виды изделий. Структура и классы электронных средств. Факторы, определяющие построение электронных средств. Иерархический принцип построения РЭС. Системные факторы. Основы системного подхода при проектировании электронных средств. Виды и комплектность конструкторских документов.           | 0                    | 4    | 3                             |
| 2. Условия эксплуатации электронных средств. Факторы окружающей среды. Классификация дестабилизирующих факторов. Конструкторское проектирование. Техническое задание на разработку. Факторы взаимодействия в системе "человек-машина". Показатели качества конструкции. Использование САПР при проектировании электронных средств, специализированных прикладных программ. | 0                    | 4    | 1, 3                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|
| 3. Современные и перспективные конструкции электронных средств-ячеек, модулей, блоков, шкафов. Компоновка. Печатные платы; конструирование. Изделия с электромонтажом. Особенности оформления конструкторских документов модулей и блоков РЭС.                                                                                                                                                                          | 0 | 4 | 1, 3 |
| <b>Дидактическая единица: Проектирование несущих конструкций РЭС</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |      |
| 4. Проектирование несущих конструкций электронных средств. Системы базовых несущих конструкций. Унификация конструкций. Влагозащита и герметизация. Корпус герметичного блока, ячейки. Элементы коммутации. Конструкционные материалы: металлы, пластмассы, керамика. Покрытия металлические и неметаллические. Выбор, свойства и область применения. Обозначение материалов и покрытий в конструкторской документации. | 0 | 4 | 2    |
| 5. Взаимозаменяемость. Стандартизация. Технические измерения. Допуски и посадки в РЭС. Размерные цепи. Расчет допусков размеров, входящих в размерную цепь.                                                                                                                                                                                                                                                             | 0 | 4 | 1, 2 |
| <b>Дидактическая единица: Защита от дестабилизирующих факторов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |      |
| 6. Защита РЭС от механических воздействий. Механические характеристики конструкций. Динамические модели конструкций электронных средств. Расчет собственных частот колебаний. Динамические характеристики РЭС. Конструкторские способы виброзащиты. Амортизация. Виды виброизоляторов.                                                                                                                                  | 0 | 4 | 1, 2 |
| 7. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭС. Системы охлаждения. Расчет тепловых режимов элементов, узлов и блоков. Теп-ловые характеристики конструкций. Правила оформления чертежей ра-диаторов.                                                                                                                                                                                                          | 0 | 4 | 2    |
| 8. Защита РЭС от электромагнитных полей. Радиопомехи и методы их подавления. Электромагнитная совместимость. Материалы экранов. Расчет эффективности экранирования.                                                                                                                                                                                                                                                     | 0 | 2 | 2    |
| <b>Дидактическая единица: Испытания РЭС</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |      |
| 9. Испытания РЭС и испытательное оборудование. Классификация и последовательность испытаний. Программа испытаний. Оборудование для проведения испытаний.                                                                                                                                                                                                                                                                | 0 | 2 | 1    |
| 10. Надежность электронных средств как критерий качества. Общие принципы обеспечения надежности. Системные критерии технического уровня и качества изделия. Выбор критериев оптимизации. Эксплуата-ция, техническое обслуживание и ремонт электронных средств. Место теории надежности как дисциплины, завершающей обучение по проектированию электронных средств.                                                      | 0 | 4 | 1    |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                                               | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                     |                      |      |                               |                                                                                                                       |
| <b>Дидактическая единица: Основы проектирования РЭС</b>               |                      |      |                               |                                                                                                                       |
| 1. Выполнение схемы электрической принципиальной с перечнем элементов | 0                    | 4    | 1, 3                          | знакомится с правилами оформления электрических схем; выполняет конструкторские документы: схему и перечень элементов |

|                                                                                                                             |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Компоновка ячеек и блоков радиоаппаратуры 3-го поколения с использованием корпусных микросхем                            | 0 | 4 | 1, 3 | знакомится с конструкциями ячеек и блоков, схемами компоновки; выполняет расчет компоновки и конструкторские документы: сборочный чертеж и спецификацию ячейки и блока.                                                                     |
| <b>Дидактическая единица: Защита от дестабилизирующих факторов</b>                                                          |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11. Конструктивные способы защиты функциональных ячеек от механических воздействий                                          | 0 | 4 | 1, 3 | знакомится с методикой выбора и оптимизации размеров монтажных плат, методами их защиты от механических воздействий; рассчитывает частоту собственных колебаний платы                                                                       |
| 12. Выбор способа охлаждения блока РЭС. Расчет радиатора для полупроводникового транзистора. Расчет теплового режима блока. | 0 | 6 | 1, 2 | по заданной мощности и размерам блока выбирает способ охлаждения, выбирает тип радиатора, подтверждает расчетом правильность выбора, оформляет эскиз радиатора, приобретает навыки выбора конструкции блока РЭС, компоновки элементов схемы |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | РГЗ                         | 1, 2, 3                       | 10                 | 0                    |
| Анализ задания, выполнение РГЗ, защита РГЗ: Конструирование функциональных узлов радиоэлектронных средств третьего поколения : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Основы конструирования и надежности электронных средств" (направление 551100) и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (направление 654800) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 2001. - 32 [1] с. : ил., табл. Конструирование и нормоконтроль : методические указания к выполнению расчетно-графических заданий для 4 курса дневного и 5 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники направления 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. Ф. Рычкова ]. - Новосибирск, 2013. - 42, [1] с. : черт.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id= vtls000180655">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id= vtls000180655</a> |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Подготовка к занятиям       | 3                             | 0                  | 0                    |
| , подробная информация приведена в приложении №1 : Конструирование функциональных узлов радиоэлектронных средств третьего поколения : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Основы конструирования и надежности электронных средств" (направление 551100) и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (направление 654800) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 2001. - 32 [1] с. : ил., табл.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Подготовка к аттестации     | 1, 2, 3                       | 4                  | 2                    |

Подготовка к зачету: Конструирование и нормоконтроль : методические указания к выполнению расчетно-графических заданий для 4 курса дневного и 5 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники направления 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. Ф. Рычкова ]. - Новосибирск, 2013. - 42, [1] с. : черт.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000180655](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180655) Конструирование функциональных узлов радиоэлектронных средств третьего поколения : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Основы конструирования и надежности электронных средств" (направление 551100) и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (направление 654800) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 2001. - 32 [1] с. : ил., табл.

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Размещение учебных материалов | Портал НГТУ; ЭБС                          |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Мин. балл | Максимальный балл |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |                   |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Конструирование функциональных узлов радиоэлектронных средств третьего поколения : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Основы конструирования и надежности электронных средств" (направление 551100) и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (направление 654800) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 2001. - 32 [1] с. : ил., табл."                                                                           |           |                   |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Конструирование и нормоконтроль : методические указания к выполнению расчетно-графических заданий для 4 курса дневного и 5 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники направления 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. Ф. Рычкова ]. - Новосибирск, 2013. - 42, [1] с. : черт.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180655">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180655</a> " |           |                   |
| <i>Зачет:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 30        | 60                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Конструирование функциональных узлов радиоэлектронных средств третьего поколения : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Основы конструирования и надежности электронных средств" (направление 551100) и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (направление 654800) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 2001. - 32 [1] с. : ил., табл."                                                                           |           |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                      | Формы контроля |       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|
|                       |                                                                                                          | Защита РГЗ     | Зачет |
| <b>ОПК.4</b>          | у1. уметь применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации |                | +     |
|                       | ПК.23.В у5. уметь выполнять конструкторские расчеты                                                      | +              | +     |

|                                                                                     |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| ПК.24.В зб. знать основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств | + | + |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|---|

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Баканов Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Радиотехника"] / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М., 2007. - 364, [1] с. : ил.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т.. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - М., 2006. - 927 с. : ил., табл.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т.. Т. 2 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - М., 2006. - 959 с. : ил., табл.
4. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т.. Т. 3 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - М., 2006. - 927 с. : ил., табл.
5. Данилов В. С. Анализ работы и применение активных полупроводниковых элементов : [учебное пособие] / В. С. Данилов, Ю. Н. Раков. - Новосибирск, 2014. - 416, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000202706](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202706)
6. Шелухин О. И. Радиоэлектронные средства бытового назначения : [учебник для высших учебных заведений по специальности "Бытовая радиоэлектронная аппаратура" направления подготовки Радиотехника] / О. И. Шелухин, К. Е. Румянцев ; под ред. К. Е. Румянцева. - М., 2008. - 478, [1] с. : ил.
7. Покровский Ф. Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов по специальности 201600 - "Радиоэлектронные системы" / Ф. Н. Покровский. - М., 2005. - 350 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Расчет тепловых режимов и точности изготовления деталей блоков радиоэлектронной аппаратуры : методические указания к практ. занятиям по дисциплине "Основы конструирования и надежности электронных средств" для 3-5 курсов РЭФ дн. и заоч. форм / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 1998. - 39 с. : ил.
2. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств : учебник для вузов по специальности "Конструирование и технология РЭС" / А. П. Ненашев. - М., 1990. - 431, [3] с. : ил.
3. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : [учебник для вузов / К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлева и др.] ; под ред. В. А. Шахнова. - М., 2005. - 563, [1] с. : ил.

### Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

1. Конструирование функциональных узлов радиоэлектронных средств третьего поколения : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Основы конструирования и надежности электронных средств" (направление 551100) и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (направление 654800) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, Н. Ф. Рычкова]. - Новосибирск, 2001. - 32 [1] с. : ил., табл.

2. Конструирование и нормоконтроль : методические указания к выполнению расчетно-графических заданий для 4 курса дневного и 5 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники направления 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. Ф. Рычкова ]. - Новосибирск, 2013. - 42, [1] с. : черт.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000180655](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180655)

## *8.2 Специализированное программное обеспечение*

### **1 Autodesk AutoCAD**

## **9. Материально-техническое обеспечение**

Компьютерный класс

| <b>№</b> | <b>Наименование</b>   | <b>Назначение</b>                                               |
|----------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1        | Компьютерный класс №7 | Подготовка учебной конструкторской документации в среде AutoCAD |





# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                     | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                         | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                             |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОПК.4 готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации | у1. уметь применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации | Взаимозаменяемость. Стандартизация. Технические измерения. Допуски и посадки в РЭС. Размерные цепи. Расчет допусков размеров, входящих в размерную цепь. Выбор способа охлаждения блока РЭС. Расчет радиатора для полупроводникового транзистора. Расчет теплового режима блока. Выполнение схемы электрической принципиальной с перечнем элементов Защита РЭС от механических воздействий. Механические характеристики конструкций. Динамические модели конструкций электронных средств. Расчет собственных частот колебаний. Динамические характеристики РЭС. Конструкторские способы виброзащиты. Амортизация. Виды виброизоляторов. Испытания РЭС и испытательное оборудование. Классификация и последовательность испытаний. Программа испытаний. Оборудование для проведения испытаний. Компоновка ячеек и блоков радиоаппаратуры 3-го поколения с использованием корпусных микросхем Конструктивные способы защиты функциональных ячеек от механических воздействий Надежность электронных средств как критерий качества. Общие принципы обеспечения надежности. Системные критерии технического уровня и качества изделия. Выбор критериев оптимизации. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт электронных средств. Место теории надежности как | РГЗ, практические занятия                                     | Зачет                                     |

|                                                                                                                                                |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                |                                                    | <p>дисциплины, завершающей обучение по проектированию электронных средств.</p> <p>Современные и перспективные конструкции электронных средств-ячеек, модулей, блоков, шкафов.</p> <p>Компоновка. Печатные платы; конструирование. Изделия с электромонтажом.</p> <p>Особенности оформления конструкторских документов модулей и блоков РЭС.</p> <p>Условия эксплуатации электронных средств.</p> <p>Факторы окружающей среды.</p> <p>Классификация дестабилизирующих факторов. Конструкторское проектирование. Техническое задание на разработку.</p> <p>Факторы взаимодействия в системе "человекмашина".</p> <p>Показатели качества конструкции. Использование САПР при проектировании электронных средств, специализированных прикладных программ.</p>                                                                                                                                                                                         |                                  |              |
| <p>ПК.23.В</p> <p>Способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к проектированию радиотехнических систем</p> | <p>у5. уметь выполнять конструкторские расчеты</p> | <p>Взаимозаменяемость. Стандартизация. Технические измерения. Допуски и посадки в РЭС. Размерные цепи. Расчет допусков размеров, входящих в размерную цепь. Выбор способа охлаждения блока РЭС. Расчет радиатора для полупроводникового транзистора. Расчет теплового режима блока. Защита РЭС от механических воздействий.</p> <p>Механические характеристики конструкций. Динамические модели конструкций электронных средств. Расчет собственных частот колебаний.</p> <p>Динамические характеристики РЭС.</p> <p>Конструкторские способы виброзащиты. Амортизация. Виды виброизоляторов. Защита РЭС от электромагнитных полей. Радиопомехи и методы их подавления.</p> <p>Электромагнитная совместимость. Материалы экранов. Расчет эффективности экранирования. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭС.</p> <p>Системы охлаждения. Расчет тепловых режимов элементов, узлов и блоков. Тепловые характеристики конструкций.</p> | <p>РГЗ, практические занятия</p> | <p>Зачет</p> |

|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|
|                                                                                    |                                                                                    | <p>Правила оформления чертежей радиаторов.</p> <p>Проектирование несущих конструкций электронных средств. Системы базовых несущих конструкций.</p> <p>Унификация конструкций.</p> <p>Влагозащита и герметизация.</p> <p>Корпус герметичного блока, ячейки. Элементы коммутации.</p> <p>Конструкционные материалы: металлы, пластмассы, керамика. Покрытия металлические и неметаллические. Выбор, свойства и область применения. Обозначение материалов и покрытий в конструкторской документации.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |              |
| <p>ПК.24.В</p> <p>Способность к проектированию систем радиоэлектроники и связи</p> | <p>зб. знать основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств</p> | <p>Выполнение схемы электрической принципиальной с перечнем элементов Компоновка ячеек и блоков радиоаппаратуры 3-го поколения с использованием корпусных микросхем Конструктивные способы защиты функциональных ячеек от механических воздействий</p> <p>Основы проектирования электронных средств. Стадии разработки изделий. Виды изделий. Структура и классы электронных средств.</p> <p>Факторы, определяющие построение электронных средств. Иерархический принцип построения РЭС. Системные факторы. Основы системного подхода при проектировании электронных средств. Виды и комплектность конструкторских документов. Современные и перспективные конструкции электронных средств-ячеек, модулей, блоков, шкафов. Компоновка. Печатные платы; конструирование. Изделия с электромонтажом.</p> <p>Особенности оформления конструкторских документов модулей и блоков РЭС.</p> <p>Условия эксплуатации электронных средств.</p> <p>Факторы окружающей среды. Классификация дестабилизирующих факторов. Конструкторское проектирование. Техническое задание на разработку.</p> <p>Факторы взаимодействия в системе "человекмашина".</p> <p>Показатели качества</p> | <p>РГЗ, практические занятия</p> | <p>Зачет</p> |

|  |  |                                                                                                                 |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | конструкции. Использование САПР при проектировании электронных средств, специализированных прикладных программ. |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.23.В, ПК.24.В.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.23.В, ПК.24.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

## Паспорт зачета

по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов **1-14**, второй вопрос из диапазона вопросов **15-28** (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет **0-29 баллов**.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет **29-35 баллов**.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет **36-49 баллов**.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет **50-60 баллов**.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

**Зачет** считается сданным с оценкой **"отлично"**, если в течение семестра и на **зачете** получено 87-100 баллов.

**Зачет** считается сданным с оценкой **"хорошо"**, если в течение семестра и на **зачете** получено 73-86 баллов.

**Зачет** считается сданным с оценкой **"удовлетворительно"**, если в течение семестра и на **зачете** получено 50-72 балла.

**Зачет** считается сданным с оценкой **"неудовлетворительно"**, если в течение семестра и на **зачете** получено менее 50 баллов.

### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем»

- 1 Виды изделий.
- 2 Стадии разработки.
- 3 Виды и комплектность конструкторских документов.
- 4 Показатели конструкции.
- 5 Нанесение размеров и предельных отклонений на чертеже.
- 6 Условия эксплуатации РЭС. Требования, предъявляемые к РЭС.
- 7 Классификация воздействий и воздействующих факторов.
- 8 Правила выполнения схем электрических.
- 9 Требования, предъявляемые к оформлению сборочного чертежа и спецификации.
- 10 Модульный принцип конструирования.
- 11 Конструктивная иерархия элементов, узлов и устройств.
- 12 Стандартизация при модульном конструировании.
- 13 Понятие базовой конструкции.
- 14 Системный подход при проектировании.
- 15 Платы печатные. Методы изготовления односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат. Материалы для печатных плат.
- 16 Несущие конструкции. Методы изготовления НК ( на примерах штамповки, литья под давлением, прессование из пластмасс).
- 17 Покрытия для РЭС. Применение покрытий.
- 18 Применение сварки, пайки, склеивания при проектировании НК РЭС.
- 19 Герметизация узлов и блоков РЭС.
- 20 Дестабилизирующие факторы. Виды механических воздействий РЭС.
- 21 Расчет частоты собственных колебаний ячейки.
- 22 Дестабилизирующие факторы. Виды тепловых воздействий на РЭС.

- 23 Системы обеспечения тепловых режимов в РЭС.
- 24 Выбор способа охлаждения блока РЭС.
- 25 Порядок расчета теплового режима блока РЭС.
- 26 Выбор конструкции радиатора для ППП РЭС. Порядок расчета радиатора ППП.
- 27 Вопросы электромагнитной совместимости РЭС.
- 28 Порядок расчета надежности РЭС.



## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем», 7 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выпустить комплект конструкторской документации согласно требованиям ЕСКД на узел РЭА в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ резонансных частот, определить и обосновать массогабаритные параметры узла, разработать методы защиты от внешних факторов.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Титульный лист;
2. Техническое задание;
3. Комплект конструкторской документации (Спецификация, Сборочный чертёж, Чертёж деталей);
4. Анализ полученных результатов;
5. Приложение (при необходимости).

Оцениваемые позиции:

1. Анализ задания;
2. Проверка конструкторской документации на соответствие ЕСКД;
3. Сопроводительные расчёты;
4. Анализ полученных результатов.

### 1. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует комплект конструкторской документации, не проведён анализ резонансных частот, не разработаны методы защиты от внешних факторов или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет **0-9** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ резонансных частот проведён не в полном объёме, не рассмотрены методы защиты от внешних факторов, оценка составляет **10-13** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выпущен полный комплект конструкторской документации, проведён анализ резонансных частот, не в полном объёме разработаны методы защиты от внешних факторов, не оптимизированы массогабаритные параметры, оценка составляет **14-17** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выпущен полный

комплект конструкторской документации согласно требованиям ЕСКД, проведён анализ резонансных частот, методы защиты от внешних факторов разработаны в полном объёме, проведена оптимизация массогабаритных параметров, оценка составляет **18-20** баллов.

## **2. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

## **3. Примерный перечень тем РГЗ(Р)**

1. Конструирование источников питания.
2. Конструирование радиоприёмных устройств.
3. Конструирование фильтрующих устройств.
4. Конструирование радиопередающих устройств.
5. Конструирование АС-DC преобразователей.
6. Конструирование цифровых устройств.