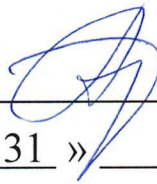


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Андронов Владимир Германович
Должность: Заведующий кафедрой
Дата подписания: 25.03.2024 12:12:24
Уникальный программный ключ:
a483efa659e7ad657516da1b78e295d4f08e5fd9

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
космического приборостроения
и систем связи



В.Г. Андронов

« 31 » августа 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
для текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

Проектирование радиационно-устойчивых электронных средств
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 11.03.03 «Проектирование и технология
код и наименование ОПОП ВО

электронных средств»

1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Раздел 1 Элементы теории взаимодействия ионизирующих излучений (ИИ) с материалами электронной техники. Воздействие излучения на электронную аппаратуру.

1. Что такое фотонное излучение?
2. Какое излучение называется корпускулярным?
3. Что такое непосредственное ионизирующее излучение?
4. Каков состав непосредственно ионизирующего излучения?
5. Каков механизм воздействия косвенно ионизирующего излучения?
6. Что называют полем ионизирующего излучения?
7. Что называют потоком ионизирующего излучения?
8. Какой параметр ионизирующего излучения характеризует величина $\Psi = dE/dt$?
9. Что представляет собой величина dS в выражении для плотности потока ионизирующего излучения?
10. Дайте определение плотности потока ионизирующих частиц?
11. Объясните значение переменных в выражении для плотности потока ионизирующих частиц $\varphi = dF/dS = d_2N/dtdS$.
12. В чём отличие флюенса ионизирующих частиц от плотности потока частиц?
13. Что такое мощность флюенса ионизирующих частиц?
14. Что такое энергетический спектр ионизирующих частиц?
15. В чём измеряется *активность* (A) радиоактивного источника?
16. Назовите наиболее распространённую единицу измерения кинетической энергии заряженных частиц.
17. Что такое поглощённая доза ионизирующего излучения D ?
18. Дайте определение единице поглощённой дозы ИИ *Грей*?
19. Каково соотношение между внесистемной единицей поглощённой дозы *радом* и *Греем*?
20. Что такое *мощность дозы* ИИ?
21. Каков механизм возникновения *тормозного излучения* и каков его спектр?
22. Что такое *характеристическое излучение* и каков его спектр?
23. Что представляет собой *рентгеновское излучение*?
24. Каково воздействие альфа-частиц на вещество?
25. Как возникает позитронное излучение?
26. Охарактеризуйте нейтронное излучение.
27. Что представляют собой космические лучи?
28. Что такое мгновенное гамма-излучение ядерных реакторов?
29. Что такое наведённое гамма-излучение?
30. Назовите источники излучения с потоками нейтронов до $10^{15}/\text{см}^2$.
31. Назовите основные радиационные эффекты.
32. На основе чего оценивается поведение интегральных микросхем при воздействии ИИ?
33. Чем отличается механизм воздействия тяжёлых и лёгких частиц, вызывающих смещение и каскадное образование дефектов?
34. В чём проявляется пороговое воздействие ИИ при смещении атомов?

35. Что служит предпосылкой для использования в качестве оценки ионизационного воздействия ИИ *поглощённой дозы*?
36. Что является мерой ионизации?

Раздел 2 Влияние ионизирующих излучений на компоненты электронной аппаратуры и интегральных микросхем (ИС).

37. Какова причина необратимых радиационных дефектов резисторов?
38. К каким последствиям приводит воздействие ИИ на резисторы?
39. Какой вид излучения приводит в основном к обратимым изменениям сопротивления резисторов?
40. Какие тонкоплёночные резисторы в наибольшей степени стойки к воздействию ИИ?
41. Почему в радиационно-стойкой аппаратуре рекомендуется применять относительно низкоомные резисторы?
42. Назовите наиболее устойчивые к ИИ резисторы.
43. Какова причина пониженной стойкости к ИИ композиционных резисторов?
44. Каковы причины изменений параметров конденсаторов при воздействии ИИ?
45. преобразования в структуре диэлектрика, механические деформации, ионизация диэлектрика и окружающей среды, выделение газов.
46. Какие виды ИИ вызывают в основном обратимые радиационные дефекты в конденсаторах?
47. Какие конденсаторы обладают наибольшей стойкостью к ИИ?
48. Какова основная причина пониженной устойчивости к ИИ конденсаторов с органическим диэлектриком (бумажные, полистироловые, лавсановые, триацетатные, фторопластовые)?
49. Какие конденсаторы имеют наихудшую стойкость к ИИ?
50. Назовите наиболее стойкие к ИИ интегральные тонкоплёночные конденсаторы.
51. Какие факторы определяют особенности поведения диодов под воздействием ИИ?
52. Что такое уровень инжекции диода? (Соотношение между основными и неосновными носителями.)
53. Что такое характеристическая длина диода?
54. Как влияет ИИ на время жизни неосновных носителей в базе диода?
55. Как влияет ИИ на концентрацию основных носителей заряда в базе диода?
56. Как в целом влияет ИИ на падение напряжения на p-n переходе?
57. Каким требованиям должен удовлетворять радиационно-стойкий диод?
58. К каким последствиям для параметров диода приводит малая толщина базы?
59. Как устроены радиационно-стойкие высоковольтные диоды?
60. Назовите три группы радиационных эффектов, возникающих в полупроводниковых приборах.
61. Назовите основные области рекомбинационных потерь в биполярном транзисторе.
62. Какой основной фактор влияет на коэффициент передачи транзистора?
63. Какова полуэмпирическая зависимость времени жизни неравновесных носителей от интегрального потока Φ ионизирующего излучения?
64. При каких условиях коэффициент радиационного изменения времени жизни K_t примерно соответствует коэффициенту радиационных повреждений $K_t = kA$?
65. Что такое коэффициент радиационных повреждений?
66. Сформулируйте рекомендации по повышению радиационной стойкости биполярных транзисторов с точки зрения рекомбинационных потерь в активной базе.
67. Сформулируйте требования к конструкции эмиттерной области БТ для снижения рекомбинационных потерь.
68. Как уменьшить рекомбинационные поверхностные потери?

69. Каков общий характер зависимости изменения коэффициента передачи транзистора от интегрального потока Φ ?
70. Каков характер изменения дифференциального коэффициента передачи БТ от излучения?
71. Как ведёт себя модуль коэффициента передачи в области высоких частот при воздействии ИИ?
72. На какие объекты, связанные с электронными устройствами, воздействует ИИ?

Раздел 3 Влияние ИИ на аналоговые ИС. Повышение устойчивости аналоговых устройств.

73. Назовите три группы радиационных эффектов, возникающих в полупроводниковых приборах.
74. Каковы причины доминирования анализа радиационной устойчивости ИС операционных усилителей?
75. Какие особенности интегральных усилителей в сравнении с аналогами на дискретных компонентах определяют их радиационную стойкость?
76. По каким параметрам оценивается устойчивость ИМС к ИИ?
77. Назовите технологические методы повышения устойчивости ОУ к ИИ.
78. Назовите схемотехнические методы повышения стойкости ОУ к ИИ.
79. Какова причина стабилизации коэффициента усиления входного каскада ОУ при изменении коэффициента передачи тока при воздействии ИИ?
80. Какова основная причина рассимметрирования входного каскада ОУ при воздействии ИИ?
81. Каковы причины смещения выходного напряжения ОУ к положительному полюсу питания?
82. По какой причине не удаётся существенно повысить входное сопротивление дифференциального каскада на МОП-транзисторах в сравнении с транзисторами с p-n управляющим переходом?
83. Что такое время потери работоспособности **ВПР** и как оно определяется?
84. На каких данных основаны методы проектирования аналоговых устройств на операционных усилителях и коммутаторах напряжения?
85. Какое включение ОУ предпочтительно в условиях воздействия ИИ и почему?
86. Какой способ коррекции ОУ эффективней при воздействии ИИ? Объяснить причину.
87. Какой вид ООС следует использовать при высокоомной ёмкостной нагрузке при необходимости передавать импульсы с крутыми фронтами и спадами?
88. Как уменьшить деградацию ёмкостей, подключённых ко входу усилителя на ОУ - ΔC_d , ΔC_1 , ΔC_2 , приводящую к отклонению выбросов на вершинах импульсов от нормированной или неравномерности АЧХ?

Раздел 4 Влияние ИИ на цифровые ИС и БИС и принципы проектирования устойчивых ЭС.

89. В чём проявляются остаточные радиационные эффекты в цифровых ИМС?
90. В каких случаях могут иметь место остаточные радиационные эффекты в цифровых ИМС?
91. Назовите основной параметр-критерий радиационной стойкости ТТЛ ИМС. Объясните.
92. Чем отличаются факторы, влияющие на основной параметр-критерий радиационной стойкости ТТЛ и ТТЛШ элементов?
93. Чем обусловлена высокая чувствительность n-МОП и КМОП ИС к непосредственно ионизирующему излучению при высокой стойкости к нейтронному?
94. В чём причина экстремальной зависимости (наличие максимума) интенсивности отказов КМОП схем от мощности дозы?
95. Почему при воздействии ИИ снижается быстродействие КМОП ИС?
96. Какие явления возникают при переходных ионизационных эффектах?
97. В каких структурах может возникнуть радиационное защёлкивание?

98. Какие технологии изготовления КМОП ИС избавляющие от эффекта защёлкивания вы знаете?
99. Почему воздействие тяжёлых заряженных частиц не приводит к дозовым эффектам?
100. Почему воздействие тяжёлых заряженных частиц не приводит к дозовым эффектам?
101. Что такое величина тормозной способности?
102. От чего и как зависит ЛПЭ?
103. Как зависит ЛПЭ от массы частицы?
104. Как зависит ЛПЭ от энергии частицы?
105. Что такое линейная передача энергии?
106. Что такое пороговый уровень линейной передачи энергии?
107. Как влияет ИИ на электровакуумные приборы?
108. Назовите методы повышения радиационной устойчивости электронной базы.
109. Перечислите основные методы конструктивной защиты.
110. Какие материалы эффективны для защиты от гамма-излучения?
111. Какие материалы используются для защиты от нейтронов?

Шкала оценивания: 6 балльная

Критерии оценивания:

5-6 баллов выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

3-4 балла выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

0-1 балл (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; за-

трудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1.2 ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

Разделы 1-4 дисциплины.

1. Характеристики ионизирующих излучений и единицы измерений
2. Влияние излучений на материалы ИС.
3. Воздействие ИИ на материалы космических аппаратов
4. Влияние излучений на параметры биполярных и полевых транзисторов.
5. Методы оценки радиационной стойкости аналоговых ИС.
6. Радиационные эффекты в электронных ключах.
7. Радиационные эффекты в цифровых ИС
8. Методы повышения стойкости цифровых ИС. Элементная база радиационно-стойкой аппаратуры
9. Аппаратное резервирование в радиационно-стойкой аппаратуре.
10. Воздействие ИИ на источники электропитания и методы повышения их устойчивости
11. Методы защиты электронной аппаратуры от одиночных сбоев
12. Оценка радиационной стойкости интегральных схем для космической аппаратуры
13. Топологическая норма и устойчивость ИС к ИИ
14. Обзор радиационно-стойкой элементной базы отечественных производителей
15. Повышение радиационной стойкости ИМС конструктивными методами
16. Радиационная стойкость микроконтроллеров и статической памяти
17. Повышение надёжности функционирования программ в радиационно-стойкой аппаратуре
18. Микропроцессорные комплекты для космических аппаратов

Шкала оценивания: 10 балльная.

Критерии оценивания:

9-10 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, при этом убедительно и аргументированно изложена собственная позиция автора по рассматриваемому вопросу; структура реферата логична; изучено большое количество актуальных источников, грамотно сделаны ссылки на источники; самостоятельно подобран яркий иллюстративный материал; сделан обоснованный убедительный вывод; отсутствуют замечания по оформлению реферата.

6-8 баллов (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, сделана попытка самостоятельного осмысле-

ния темы; структура реферата логична; изучено достаточное количество источников, имеются ссылки на источники; приведены уместные примеры; сделан обоснованный вывод; имеют место незначительные недочеты в содержании и (или) оформлении реферата.

2-5 баллов (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта неполно и (или) в изложении темы имеются недочеты и ошибки; структура реферата логична; количество изученных источников менее рекомендуемого, сделаны ссылки на источники; приведены общие примеры; вывод сделан, но имеет признаки неполноты и неточности; имеются замечания к содержанию и (или) оформлению реферата.

0-1 балл (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если содержание реферата имеет явные признаки плагиата и (или) тема реферата не раскрыта и (или) в изложении темы имеются грубые ошибки; материал не структурирован, излагается непоследовательно и сбивчиво; количество изученных источников значительно менее рекомендуемого, неправильно сделаны ссылки на источники или они отсутствуют; не приведены примеры или приведены неверные примеры; отсутствует вывод или вывод расплывчат и неконкретен; оформленные реферата не соответствует требованиям.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.2 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1. Вопросы в закрытой форме.

1.1 Определение непосредственно ионизирующего излучения.

1. заряженные частицы, вызывающие ионизацию при столкновении
2. протонное и бета-излучение
3. гамма кванты очень высокой энергии.

1.2 Определение косвенно ионизирующего излучения.

1. излучение незаряженных частиц, которые могут создавать непосредственно ионизирующее излучение или вызывать ядерные превращения.
2. излучение заряженных частиц, энергии которых недостаточно для ионизации
3. излучение заряженных или незаряженных частиц, энергии которых недостаточно непосредственной для ионизации.

1.3 Поле ионизирующего излучения

1. пространственно-временное распределение ионизирующего излучения в среде
2. распределение энергии частиц в среде
3. направление преимущественного распространения ионизирующего излучения в среде.

1.4 Поток ионизирующих частиц

1. отношение числа ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность за временной интервал к величине этого интервала
2. отношение числа ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность в единицу времени к величине этой поверхности
3. отношение числа ионизирующих частиц проходящих через перпендикулярную к

направлению движения поверхность за временной интервал к величине этого интервала.

1.5 Поток энергии частиц

1. отношение энергии падающих частиц за интервал времени к интервалу времени
2. отношение энергии ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность в единицу времени к величине этой поверхности
3. отношение энергии ионизирующих частиц проходящих через перпендикулярную к направлению движения поверхность за временной интервал к величине этого интервала.

1.6 Плотность потока ионизирующих частиц

1. отношение потока ионизирующих частиц (фотонов) проникающих в объем элементарной сферы, к площади центрального поперечного сечения этой сферы
2. отношение количества ионизирующих частиц проходящих через перпендикулярную к направлению движения поверхность к величине этой поверхности
3. здесь нет этого определения.

1.7 Флюенс (перенос) ионизирующих частиц (фотонов)

1. отношение числа ионизирующих частиц (фотонов), проникающих в объем элементарной сферы, к площади центрального поперечного сечения этой сферы
2. отношение потока ионизирующих частиц (фотонов), проникающих в объем элементарной сферы, к площади центрального поперечного сечения этой сферы
3. определение отсутствует.

1.8 Активность (A) радиоактивного источника

1. это среднее количество распадов ядер в единицу времени
2. величина, показывающая, какой заряд передаётся источником излучения в единицу объёма воздуха.
3. отношение приращения средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме.

1.9 В каких единицах измеряется поглощенная доза ионизирующего излучения?

1. Грей [Гр]
2. беккерель [Бк]
3. Кюри [Ки]
4. [Кл/кг]
5. [А/кг].

1.10 В каких единицах измеряется кинетическая энергия частиц ионизирующего излучения?

1. электронвольт [эВ]
2. беккерель [Бк]
3. Кюри [Ки]
4. [Кл/кг]
5. [А/кг].

1.11 В каких единицах измеряется мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения?

1. [А/кг]
2. [Кл/кг]
3. беккерель [Бк]
4. Кюри [Ки]
5. Грей [Гр].

1.12 Гамма-излучение -

1. излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц

2. излучение, возникающее при взаимодействии электронов с электрическим полем электронных оболочек атомов

3. излучение, возникающее при переходе электрона с внешней оболочки на свободное место на внутренней оболочке атома

4. излучение, возникающее при торможении электронов, испускаемых катодами и ускоряемых электрическим полем, между анодом и катодом.

1.13 Рентгеновское излучение -

1. излучение, возникающее при торможении электронов, испускаемых катодами и ускоряемых электрическим полем, между анодом и катодом

2. излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц

3. излучение, возникающее при взаимодействии электронов с электрическим полем электронных оболочек атомов

4. излучение, возникающее при переходе электрона с внешней оболочки на свободное место на внутренней оболочке

1.14 Каковы основные радиационные эффекты в полупроводниковых материалах? 1- смещение, 2 - ионизация, 3- ядерные превращения, 4-разрушение тонких диэлектрических слоёв, 5-разрушение слоёв металлизации, 6-расслоение слоистых структур

1. 1,2,3

2. 1,4,5

3. 2,3,4

4. все перечисленные.

1.15 Укажите особенности образования дефектов в полупроводниковых материалах в зависимости от вида и энергии излучения.

1. дефектообразование носит пороговый характер, лёгкие частицы повреждают поверхностные слои, тяжёлые в конце траектории, нейтроны равномерно по всей толщине материала, гамма-излучение приводит только к ионизационным эффектам

2. дефектообразование пропорционально энергии частиц, лёгкие частицы повреждают поверхностные слои, тяжёлые - равномерно по всему объёму, нейтроны равномерно по всей толщине материала, гамма-излучение приводит только к ионизационным эффектам

3. дефектообразование носит пороговый характер, лёгкие частицы повреждают поверхностные слои, тяжёлые в конце траектории, нейтроны практически не взаимодействуют, гамма-излучение образует дефекты невысокой плотности равномерно по всему объёму материала.

1.16 Особенность процессов ионизации

1. носит пороговый характер, энергия излучения перераспределяется на возбуждение колебаний решётки и ионизацию, характер перераспределения энергии не зависит от вида излучения

2. ионизация пропорциональна энергии излучения, энергия излучения перераспределяется на возбуждение колебаний решётки и ионизацию, характер перераспределения энергии не зависит от вида излучения

3. ионизация пропорциональна энергии излучения, энергия излучения перераспределяется на возбуждение колебаний решётки и ионизацию, характер перераспределения энергии зависит от вида излучения

4. носит пороговый характер, энергия излучения перераспределяется на возбуждение колебаний решётки и ионизацию, характер перераспределения энергии зависит от вида излучения.

1.17 Каковы эффекты воздействия ионизирующего излучения на резисторы? 1-обратимые изменения сопротивления, 2-снижение допустимой рассеиваемой мощности, 3-необратимые изменения сопротивления, 4-увеличение уровня шумов, 5- снижение предельных напряжений, 6-ухудшение влагостойкости

1. 1,3,4,6

2. 1,2,3,4

3. 1,4,5

4. 3,4,6

5. имеют место все.

1.18 Каков характер изменений при воздействии нейтронного излучения на резисторы? 1- вызывает необратимые нарушения структуры материалов основания, 2- нарушает структуру защитных покрытий, 3-приводит к опрессовке резистивного слоя, 4-вызывает обратимые изменения с быстрым восстановлением после прекращения воздействия, 5-вызывает ухудшение влагостойкости

1. 1,2,3,5

2. 1,3

3. 1,3,4

4. 2,3,5

5. 4,5.

1.19 Каков характер изменений при воздействии гамма-излучения на резисторы? 1- вызывает необратимые нарушения структуры материалов основания, 2- нарушает структуру защитных покрытий, 3-приводит к опрессовке резистивного слоя, 4-вызывает повышение проводимости изоляционного слоя, 5-вызывает ухудшение влагостойкости, 6-вызывает снижение сопротивления основания резисторов

1. 4,6

2. 1,2

3. 2,3,4,5

4. 1,3,4

5. 2,3,6.

1.20 Резисторы каких типов наиболее устойчивы к радиации?

1. металлокерамические, проволочные

2. бороуглеродистые

3. металло-плёночные, проволочные

4. плёночные углеродистые

5. композиционные.

1.21 Какие типы конденсаторов обладают наибольшей радиационной стойкостью? 1-бумажные, 2 полистироловые, 3-керамические, 4-слюдавые

1. 3,4

2. 1,2

3. 1,3

4. 1,4

5. 2,3.

1.22 Какие типы конденсаторов обладают наибольшей радиационной стойкостью? 1-триацетатные, 2-фторопластовые, 3-стеклоэмалевые, 4-сегнетокерамические, 5-с диэлектриком из оксида тантала, 6-электролитические

1. 3,5

2. 1,2

3. 3,4

4. 4,6

5. 2,3.

1.23 Какие параметры диодов изменяются при воздействии ионизирующего излучения? 1-допустимое обратное напряжение, 2-прямое падение напряжения, 3-

предельно-допустимый прямой ток, 4-обратный ток

1. 1,2,4
2. 1,3,4
3. 2,3,4
4. все

1.24 Какие факторы определяют характер поведения прямого падения напряжения на диоде при воздействии излучения? 1- площадь p-n перехода, 2- величина рабочего тока, 3-толщина базы

1. 2, 3
2. 1, 2, 3
3. 1, 3
4. 1, 2.

1.25 Какие рекомендации по применению диодов в радиационно-стойкой аппаратуре верны? 1- диоды должны иметь тонкую базу, 2-диоды должны иметь толстую базу, 3-диоды должны работать при малых токах, 4-диоды должны работать при больших токах, 5-для работы с высокими рабочими напряжениями допустимо использовать только специальные высоковольтные диоды, 6-для работы при высоких напряжениях следует применять последовательно соединённые низковольтные диоды

1. 1,4,6
2. 2,3,5
3. 1,3,5
4. 2,4,6.

1.26 Какие радиационные эффекты воздействуют на параметры биполярных транзисторов? 1-дефектообразование в объёме кристалла, 2-эффекты на границе полупроводника с токопроводящими выводами, 3-встроенный заряд в диэлектрическое покрытие на поверхности кристалла, 4-дефекты на поверхности полупроводника, 5-необратимое накопление свободных зарядов в области объёмного заряда p-n перехода, 6-обратимые эффекты кратковременного возрастания концентрации свободных носителей заряда

1. 1,3,4,6
2. 1,2,3,4,5
3. 1,4,5
4. 1,2,3
5. 1,5,6.

1.27 Рекомбинационные потери представляют собой: 1- ток базы, 2- ток эмиттера, 3-падение напряжения на базно-эмиттерном переходе, 4-падение напряжения на активном сопротивлении базы, 5-падение напряжения на дифференциальном сопротивлении эмиттера

1. 1
2. 3
3. 2
4. 4
5. 5.

1.28 Какие параметры транзистора важно знать для оценки воздействия радиации? 1- коэффициент радиационного повреждения транзистора - Кэфф, 2 - граничную частоту транзистора, 3-минимальное значение коэффициента передачи в схеме

с общим эмиттером, 4 - напряжение на коллекторе в режиме покоя, 5- мощность, рассеиваемую транзистором в режиме покоя.

1. 1,2,3
2. 1,2,4
3. 1,4,5
4. 1,3,5.

1.29 Какие рекомендации по повышению радиационной стойкости БТ верны? 1-уменьшение толщины базы, 2-использование среднего уровня легирования, 3- работа с большими токами

1. все приведенные
2. 1
3. 2
4. 3
5. 1,3.

1.30 Какие параметры транзистора важно знать для оценки воздействия радиации? 1- коэффициент радиационного повреждения транзистора -Кэфф, 2 - граничную частоту транзистора, 3-минимальное значение коэффициента передачи в схеме с общим эмиттером, 4 - напряжение на коллекторе в режиме покоя, 5- мощность, рассеиваемую транзистором в режиме покоя.

1. 1,2,3
2. 1,2,4
3. 1,4,5
4. 1,3,5.

1.31 Коэффициент радиационного изменения времени жизни это: 1- коэффициент пропорциональности между флюенсом (интегральным потоком ионизирующего излучения) и приращением обратной величины времени жизни неосновных носителей в базе, 2-коэффициент пропорциональности между флюенсом и приращением времени жизни неосновных носителей в базе, 3-коэффициент пропорциональности между флюенсом и временем жизни неосновных носителей в базе

1. 1
2. 2
3. 3.

1.32 Какие рекомендации по повышению радиационной стойкости БТ верны? 1-уменьшение толщины базы, 2-использование среднего уровня легирования, 3- работа с большими токами

1. все приведенные
2. 1
3. 2
4. 3
5. 1,3.

1.33 Что даёт исполнение эмиттера в виде цилиндра с большой площадью основания и малой высотой для повышения радиационной устойчивости биполярного транзистора? 1- уменьшение уровня инжекции, 2-увеличение площади периметра и возрастание инжекционной составляющей пассивной базы, 3- снижение отношения ток инжекции в пассивную базу к току инжекции в активную базу, 4- снижение рекомбинационных потерь в эмиттере при инжекции носителей из базы

1. 3,4

- 2. 2
- 3. 1
- 4. 3
- 5. 4.

1.34 Что представляет собой упрощённая модель зависимости статического коэффициента передачи от флюенса? 1- $h_{21Э}$ пропорционален флюенсу, 2- $h_{21Э}$ обратно пропорционален флюенсу, 3- приращение $h_{21Э}$ прямопропорционально флюенсу, 4- приращение обратной величины статического коэффициента передачи пропорционально флюенсу

- 1. 4
- 2. 3
- 3. 2
- 4. 1.

1.35 Какова зависимость дифференциального коэффициента усиления от флюенса? 1- $h_{21е}$ пропорционален флюенсу, 2- $h_{21е}$ обратно пропорционален флюенсу, 3- приращение $h_{21е}$ прямопропорционально флюенсу, 4- приращение обратной величины дифференциального коэффициента передачи пропорционально флюенсу

- 1. 4
- 2. 3
- 3. 2
- 4. 1

1.36 Как влияет ионизирующее излучение на зависимость модуля коэффициента передачи от частоты? 1- зависимость от ионизирующего излучения остаётся постоянной независимо от частоты, 3- зависимость увеличивается с ростом частоты, 3- в области высоких частот зависимость отсутствует

- 1. 3
- 2. 2
- 3. 1

1.37. Эффект Кирка это: 1-увеличение толщины базы с ростом тока, 2-увеличение площади базы с ростом тока, 3-возрастание неравномерности распределения тока по площади базы с его ростом

- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3.

1.38 Для уменьшения неоднородности распределения тока, обостряющей эффект, Кирка предпринимают: 1-исполнение электродов эмиттера и базы в виде гребёнок, 2-увеличивают площадь базы, 3-исполнение эмиттера в виде многоэмиттерной структуры

- 1. 1,3
- 2. 1,2
- 3. 1
- 4. 2
- 5. 3.

1.39 Какова зависимость обратного тока биполярных транзисторов от ионизирующего излучения?

- 1.пропорциональная

2. отсутствует для кремниевых транзисторов и пропорциональна для германиевых
3. отсутствует.

1.40 Каким функциональным узлам уделяется наибольшее внимание при исследовании влияния ионизирующих излучений на аналоговую аппаратуру? 1- операционным усилителям, 2-аналоговым перемножителям сигналов, 3-аналоговым коммутаторам, 4-генераторам, 5-компараторам

1. 1,3
2. 2,3
3. 1
4. 5
5. 1,4.

1.41 В ОУ с диэлектрической изоляцией или p-n переходом возникают тиристорные эффекты, приводящие к отказам?

1. в ОУ с изоляцией p-n переходом
2. в ОУ с диэлектрической изоляцией
3. в обоих типах
4. этот эффект возможен лишь в цифровых ИС.

1.42 Причина рассимметрирования входного каскада при воздействии радиации обусловлена 1-неодинаковым воздействием на транзисторы входного каскада, 2- изменением сопротивления резистора схем приведения к несимметричному выходу, 3- уменьшением входного сопротивления последующего усилительного каскада

1. 2
2. 1
3. 3
4. всеми причинами.

1.43 Можно ли возрастание смещения на выходе операционного усилителя при воздействии излучения компенсировать 1- регулировкой входного смещения подстроечным резистором, 2-увеличением глубины обратной связи

1. 2
2. 1
3. любым способом.

1.44 Какие операционные усилители обладают большей устойчивостью к радиации? 1-микромощные, 2-стандартные, 3-быстродействующие, 4-инструментальные

1. 2
2. 1
3. 3
4. 4.

1.45 Почему уменьшается эффективность конденсатора, корректирующего АЧХ операционных усилителей при воздействии радиации? 1- из-за снижения коэффициентов усиления транзисторов и расширения полосы усиливаемых частот, 2- из-за снижения эквивалентного сопротивления, включённого последовательно с корректирующим конденсатором.

1. 2
2. 1
3. по двум причинам.

1.46 Почему при воздействии излучения сохраняется частота единичного усиления и повышается граничная частота? 1- из-за падения коэффициента передачи тока транзисторов, 2- уменьшения ёмкости коллектора, 3-из-за независимости коэффициента передачи тока в области высоких частот от ионизирующего излучения

1. из-за всей совокупности причин
2. 1
3. 2
4. 3.

1.47 Для улучшения характеристик усилителей в условиях воздействия радиации требуется существенно увеличивать глубину ООС. Как скорректировать при этом потери коэффициента усиления? 1-введением дополнительного усилителя и охват их общей ООС, 2- введением дополнительного усилителя с собственной ООС

1. 1
2. 2
3. любой вариант.

1.48 Укажите основной вид радиационных эффектов, снижающих надёжность функционирования БИС повышенной плотности при воздействии радиации? 1- необратимая деградация параметров, 2-одиночные сбои, 3-эффекты защёлкивания

1. 2
2. 1
3. 3.

1.49 К каким основным последствиям приводит воздействие излучения на подзатворный слой изоляции в КМОП интегральных схемах? 1- снижению быстродействия, 2-возникновению одиночных импульсов помехи, 3-к открыванию транзистора, 4-к невозможности открыть транзистор

1. 3
2. 1
3. 4
4. 2.

1.50 Какое средство ослабляет эффект снижения порога отпирания n-канальных полевых транзисторов с изолированным затвором в КМОП интегральных схемах? 1-уменьшение длины канала транзистора, 2 - уменьшение размеров транзистора, 3-уменьшение толщины подзатворного диэлектрика

1. 3
2. 2
3. 1.

2. Вопросы в открытой форме.

- 2.1 Дайте определение ионизирующего излучения.
- 2.2 Дайте определение потока энергии частиц.
- 2.3 Плотность потока ионизирующих частиц определяется как ...
- 2.4 Активностью радиоактивного источника называется ...
- 2.5 Удельной активностью радиоактивного материала называется ...
- 2.6 В каких единицах измеряется активность радиоактивного источника?
- 2.7 В каких единицах измеряется экспозиционная доза ионизирующего излучения?

2.8 Характеристическое излучение – это ...

2.9 Что такое явление быстрого отжига?

2.10 Какие меры помимо выбора подходящих типов резисторов следует предпринимать при создании радиационно-стойкой аппаратуры?

2.11 Что представляют собой рекомбинационные потери?

2.12 Коэффициент радиационного изменения времени жизни – это...

2.13. Что даёт исполнение эмиттера в виде цилиндра с большой площадью основания и малой высотой для повышения радиационной устойчивости биполярного транзистора?

2.14 Что представляет собой упрощённая модель зависимости статического коэффициента передачи от флюенса?

2.15 Какова зависимость дифференциального коэффициента усиления от флюенса?

2.16 Как влияет ионизирующее излучение на зависимость модуля коэффициента передачи от частоты?

2.17 Эффект Кирка – это

2.18 Какова зависимость обратного тока биполярных транзисторов от ионизирующего излучения?

2.19 Верно ли утверждение что ОУ с диэлектрической изоляцией устойчивей к воздействию радиации усилителей с изоляцией р-п переходом?

2.20 В ОУ с диэлектрической изоляцией или р-п переходом возникают тиристорные эффекты, приводящие к отказам?

2.21 Верно ли утверждение что высокочастотные параметры каскада с ОЭ операционного усилителя улучшаются?

2.22 Верно ли утверждение что высокочастотные параметры каскада с ОЭ операционного усилителя улучшаются, а частотная характеристик схемы с обратной связью может ухудшиться?

2.23 Какие операционные усилители обладают большей устойчивостью к радиации?

2.24 Рентгеновское и γ -излучение вызывают в основном ... радиационные дефекты.

2.25 Конденсаторы с органическим диэлектриком (бумажные, полистироловые, лавсановые, триацетатные, фторопластовые) обладают ... устойчивостью к ИИ.

2.26 Отношение приращения средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме называется ...

2.27 Доза, поглощённая в единицу времени – это ...

2.28 Излучение, образующееся в процессе самопроизвольного распада нейтронно-дефицитных атомных ядер или как выходной пучок ионного ускорителя, называется ... излучением.

2.29 Облучение быстрыми ... является поверхностным и вызывает ионизацию и нарушение структуры вещества (в небольшой степени).

2.30 ... изменения наступают под воздействием определенной дозы облучения, не исчезают и не уменьшаются после прекращения облучения.

3. Вопросы на установление последовательности.

3.1 Как виды излучения распределяются по проникающей способности? Расположить в порядке убывания.

1. нейтроны и гамма–излучение, бета-излучение, альфа-частицы
2. альфа-частицы, бета-излучение, нейтроны и гамма–излучение
3. бета-излучение, альфа-частицы, нейтроны и гамма–излучение
4. нейтроны и гамма–излучение, альфа-частицы, бета-излучение.

3.2 Расположите материалы в последовательности уменьшения их радиационной стойкости (допустимый поток нейтронного облучения).

1. Оргстекло
2. Ацетатцеллюлоза (бумага)
3. Фенольные смолы с органическими наполнителями
4. Керамика (стеатит)
5. Полиэтилен.

3.3 Расположите материалы в последовательности возрастания допустимой дозы гаммы-облучения.

1. Фенольные смолы
2. Оргстекло
3. Ацетатцеллюлоза (бумага)
4. Стеклоткань
5. Керамика (стеатит)
6. Полиэтилен.

3.4 Расположите материалы в последовательности возрастания допустимого потока нейтронного облучения.

1. Микамекс
2. Стекло
3. Поливинилхлорид
4. Полиэтилен
5. Стеклоткань

3.5 Расположите виды резисторов в последовательности возрастания стойкости к воздействию нейтронного облучения.

1. Проволочные
2. Углеродистые пленочные постоянные
3. Металлопленочные
4. Углеродистые композиционные постоянные.

3.6 Расположите транзисторы в последовательности возрастания радиационной стойкости.

1. Германий р-п-р
2. Германий п-р-п
3. Кремний р-п-р
4. Кремний п-р-п

4. Вопросы на установление соответствия.

4.1 Установите соответствие. Коэффициент усиления входных каскадов при воздействии ионизирующего излучения изменяется в пределах нескольких десятков процентов (что немного), а входной ток возрастает многократно.

1. Какие причины отвечают за столь малое падение коэффициента усиления?	а - резкое падении коэффициента передачи тока, б - местная внутренняя обратная связь,
2. Какие причины отвечают за возрастание входного тока?	в - стабильность тока покоя, г - малая абсолютная величина тока покоя д - низкое напряжение питания

4.2 Установите соответствие единиц измерения и измеряемого параметра

1. поглощенная доза ионизирующего излучения	а. [А/кг]
2. активность радиоактивного источника	б. [Кл/кг]
3. кинетическая энергия частиц ионизирующего излучения	в. беккерель [БК]
4. экспозиционная доза ионизирующего излучения	г. Кюри [Ки]
5. мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения	д. Грей [Гр]

4.3 Установите соответствие.

1. ионизирующее излучение	а. заряженные частицы, вызывающие ионизацию при столкновении
2. непосредственно ионизирующее излучение	б. излучение при взаимодействии со средой приводящее к ионизации
3. косвенно ионизирующее излучение	в. пространственно-временное распределение ионизирующего излучения в среде
4. поле ионизирующего излучения	г. излучение незаряженных частиц, которые могут создавать непосредственно ионизирующее излучение или вызывать ядерные превращения д. излучение заряженных частиц, энергии которых недостаточно для ионизации

4.4 Установите соответствие.

1. поток энергии частиц	а. заряженные частицы, вызывающие ионизацию при столкновении
2. непосредственно ионизирующее излучение	б. излучение при взаимодействии со средой приводящее к ионизации
3. косвенно ионизирующее излучение	в. отношение числа ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность за временной интервал к величине этого интервала
4. поток ионизирующих частиц	г. излучение незаряженных частиц, которые могут создавать непосредственно ионизирующее излучение или вызывать ядерные превращения д. отношение числа ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность в единицу времени к величине этой поверхности е. отношение энергии падающих частиц за интервал времени к интервалу времени

4.5 Установите соответствие.

1. поток энергии частиц	а. заряженные частицы, вызывающие ионизацию при столкновении
2. непосредственно ионизирующее излучение	б. отношение потока ионизирующих частиц (фотонов) проникающих в объем элементарной сферы, к площади центрального поперечного сечения этой сферы
3. флюенс (перенос) ионизирующих частиц (фотонов)	в. отношение числа ионизирующих частиц (фотонов), проникающих в объем элементарной сферы, к площади центрального поперечного сечения этой сферы

4. плотность потока ионизирующих частиц	г. отношение числа ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность за временной интервал к величине этого интервала
5. поток ионизирующих частиц	д. излучение незаряженных частиц, которые могут создавать непосредственно ионизирующее излучение или вызывать ядерные превращения
	е. отношение числа ионизирующих частиц, проходящих через данную поверхность в единицу времени к величине этой поверхности
	ж. отношение энергии падающих частиц за интервал времени к интервалу времени

4.6 Установите соответствие.

1. Активность (A) радиоактивного источника	а. среднее количество распадов ядер в единицу времени
2. Удельная активность радиоактивного материала	б. величина, показывающая, какой заряд передается источником излучения в единицу объема воздуха.
3. Флюенс (перенос) ионизирующих частиц (фотонов)	в. отношение приращения средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме
	г. среднее количество распадов ядер в единицу времени в единице массы вещества
	д. отношение числа ионизирующих частиц (фотонов), проникающих в объем элементарной сферы, к площади центрального поперечного сечения этой сферы

4.7 Установите соответствие.

1. Гамма-излучение	а. излучение, возникающее при взаимодействии электронов с электрическим полем электронных оболочек атомов
2. Характеристическое излучение	излучение, возникающее при торможении электронов, испускаемых катодами и ускоряемых электрическим полем, между анодом и катодом
3. Рентгеновское излучение	б. излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц
	в. излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц
	г. излучение, возникающее при переходе электрона с внешней оболочки на свободное место на внутренней оболочке атома

4.8 Установите соответствие.

1. Основные радиационные эффекты в полупроводниковых материалах	а. смещение
2. Эффекты воздействия ионизирующего излучения на резисторы	б. ионизация
	в. ядерные превращения
	г. разрушение тонких диэлектрических слоёв
	д. разрушение слоёв металлизации

	е. расслоение слоистых структур
	ж. обратимые изменения сопротивления
	з. снижение допустимой рассеиваемой мощности
	и. необратимые изменения сопротивления
	к. увеличение уровня шумов
	л. снижение предельных напряжений
	м. ухудшение влагостойкости

4.9 Установите соответствие.

1. Эффекты воздействия нейтронного излучения на резисторы?	а. вызывает необратимые нарушения структуры материалов основания
2. Эффекты воздействия ионизирующего излучения на резисторы	б. нарушает структуру защитных покрытий
	в. приводит к опрессовке резистивного слоя
	г. разрушение тонких диэлектрических слоёв
	д. разрушение слоёв металлизации
	е. расслоение слоистых структур
	ж. обратимые изменения сопротивления
	з. снижение допустимой рассеиваемой мощности
	и. необратимые изменения сопротивления
	к. увеличение уровня шумов
л. снижение предельных напряжений	
м. ухудшение влагостойкости	

4.10 Установите соответствие.

1. Эффекты воздействия нейтронного излучения на резисторы	а. вызывает необратимые нарушения структуры материалов основания
2. Эффекты воздействия ионизирующего излучения на резисторы	б. нарушает структуру защитных покрытий
3. Эффекты воздействия гамма-излучения на резисторы	в. приводит к опрессовке резистивного слоя
	г. разрушение тонких диэлектрических слоёв
	д. разрушение слоёв металлизации
	е. расслоение слоистых структур
	ж. обратимые изменения сопротивления
	з. снижение допустимой рассеиваемой мощности
	и. необратимые изменения сопротивления
	к. увеличение уровня шумов
	л. снижение предельных напряжений
	м. ухудшение влагостойкости
н. вызывает повышение проводимости изоляционного слоя	
о. вызывает снижение сопротивления основания резисторов	

4.11 Установите соответствие.

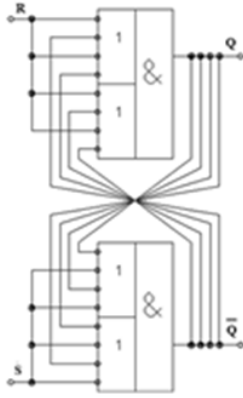
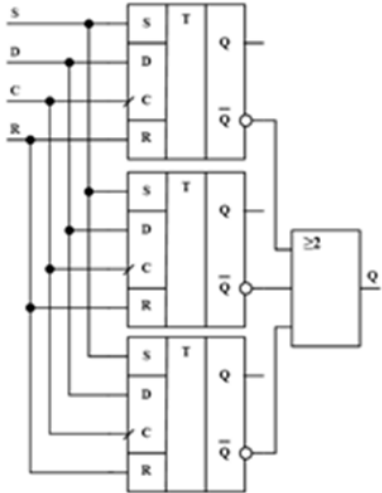
1. Эффекты воздействия ионизирующего излучения на резисторы	а. дефектообразование в объёме кристалла
	б. встроенный заряд в диэлектрическое покрытие на поверхности кристалла
3. Эффекты воздействия на параметры биполярных транзисторов?	в. дефекты на поверхности полупроводника
	г. обратимые эффекты кратковременного

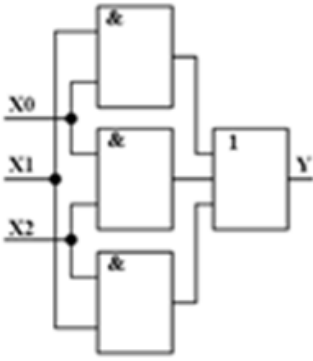
	возрастания концентрации свободных носителей заряда
	д. разрушение слоёв металлизации
	е. расслоение слоистых структур
	ж. обратимые изменения сопротивления
	з. снижение допустимой рассеиваемой мощности
	и. необратимые изменения сопротивления
	к. увеличение уровня шумов
	л. снижение предельных напряжений
	м. ухудшение влагостойкости

4.12 Установите соответствие.

1. Какие рекомендации по применению диодов в радиационно-стойкой аппаратуре верны?	а. толстая база
2. Какие рекомендации по повышению радиационной стойкости БТ верны?	б. работа при малых токах
	в. для работы с высокими рабочими напряжениями допустимо использовать только специальные высоковольтные диоды
	г. уменьшение толщины базы
	д. для работы при высоких напряжениях следует применять последовательно соединённые низковольтные диоды
	е. использование среднего уровня легирования
	ж. работа с большими токами

4.13 Установите соответствие.

1. Какой рисунок соответствует устройству на функционально полных толерантных элементах - ФПТ?	
2. Какой рисунок изображает схему устойчивого к одиночной ошибке триггера?	

3. Какой рисунок представляет мажоритарный элемент?	
---	--

4.14 Установите соответствие. ОЗУ микроконтроллера защищено тройным модульным резервированием (ТМР), а память программ кодом Хэмминга.

1. Укажите причины применения ТМР для ОЗУ	а. большое потребление памяти программ
2. Укажите причины применения кода Хэмминга для памяти программ и отказа от этого метода для ОЗУ	б. низкое быстродействие памяти программ,
	в. низкая в сравнении с ОЗУ интенсивность отказов
	г. большая площадь, занимаемая памятью программ
	д. малый объём ОЗУ
	е. высокое быстродействие
ж. высокая интенсивность сбоев ОЗУ	з. слабая корректирующая способность кода Хэмминга

4.15 Установите соответствие.

1. Сколько ошибок может исправить код Хэмминга 4,8?	а. 1
2. Сколько ошибок может исправить тройное модульное резервирование?	б. 2
	в. 3
	г. 4
	д. 5
	е. 6
	ж. 7
з. 8	

4.16. Установите соответствие.

1. Каков основной недостаток метода тройного модульного резервирования?	а. высокое энергопотребление
2. Каков недостаток схемы повышения радиационной устойчивости на основе защитного вентиля.	б. снижение быстродействия
	в. сниженная нагрузочная способность
	г. снижение быстродействия,
	д. уменьшение логического перепада
	е. увеличение занимаемой площади,
ж. низкая эффективность	

4.17 Установите соответствие.

1. Почему при воздействии излучения сохраняется частота единичного усиления и повышается граничная частота?	а. из-за снижения коэффициентов усиления транзисторов и расширения полосы усиливаемых частот
2. Почему уменьшается эффективность конден-	б. из-за падения коэффициента передачи тока

сатора, корректирующего АЧХ операционных усилителей при воздействии радиации?	транзисторов
	в. из-за снижения эквивалентного сопротивления, включённого последовательно с корректирующим конденсатором
	г. уменьшения ёмкости коллектора
	д. из-за независимости коэффициента передачи тока в области высоких частот от ионизирующего излучения

4.18 Установите соответствие. Верны ли утверждения?

1. Частотная характеристика схемы с обратной связью может ухудшиться?	а. да
2. Высокочастотные параметры каскада с ОЭ операционного усилителя улучшаются?	б. Нет
3. ОУ с диэлектрической изоляцией устойчивей к воздействию радиации усилителей с изоляцией р-п переходом?	

4.19 Установите соответствие обозначений переменных в формуле:

$$\Delta\left(\frac{1}{h_{21E}}\right) = k_{\text{эфф}}^1 \cdot t_A^2 \cdot \Phi^3,$$

1. 1	а. коэффициент радиационного повреждения,
2. 2	б. время пролёта активной базы неосновными носителями,
3. 3	в. флюенс частиц
	г. время рекомбинации неосновных носителей,
	д. отношение площадей эмиттера и коллектора

4.20 Установите соответствие.

1. Ионизирующее излучение	а. излучение незаряженных частиц, которые могут создавать непосредственно ионизирующее излучение или вызывать ядерные превращения
2. Непосредственно ионизирующего излучения	б. заряженные частицы, вызывающие ионизацию при столкновении
3. Косвенно ионизирующего излучения	в. излучение при взаимодействии со средой приводящее к ионизации

Шкала оценивания результатов тестирования: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено - **2 балла**, не выполнено - **0 баллов**.

2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача. Рассчитать максимальный коэффициент усиления неинвертирующего усилителя, если коэффициент усиления по напряжению операционного усилителя при воздействии радиации может уменьшиться в два раза, а его начальное значение на постоянном токе равно K_0 (всего 30 вариантов).

Дано:

Коэффициент усиления операционного усилителя, K ;

Частота единичного усиления, f_1 ;

Верхняя граница рабочего диапазона частот, f_B ;

Допустимое отклонение коэффициента усиления усилителя от номинального значения в %, δK_U .

№	K	f_1 , МГц	f_B , Гц	δK_U , %	K_0
1	10000	5	500	0,1	10
2	20000	0,8	300	0,05	2,7
3	50000	1	200	0,02	2,0
4	10000	2	150	0,1	10
5	20000	5	500	0,05	10
6	50000	0,8	300	0,02	1,1
7	10000	1	200	0,1	10
8	20000	2	150	0,05	10
9	50000	5	500	0,02	4
10	10000	0,8	300	0,1	5,3

11	20000	1	200	0,05	5,0
12	50000	2	150	0,02	5,3
13	10000	5	500	0,1	10
14	20000	0,8	300	0,05	2,7
15	50000	1	200	0,02	2,0
16	10000	2	150	0,1	10
17	20000	5	500	0,05	10
18	50000	0,8	300	0,02	1,1
19	10000	1	200	0,1	10
20	20000	2	150	0,05	10
21	10000	0,8	150	0,08	8
22	20000	2	600	0,1	5,3
23	50000	4	250	0,05	10
24	10000	5	250	0,08	4
25	20000	1,8	400	0,04	1,1
26	50000	2,8	150	0,1	2,5
27	10000	2,5	400	0,05	5,0
28	20000	0,8	300	0,02	1,1
29	50000	1,8	350	0,05	4,5
30	10000	2	300	0,05	2,2

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное

и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.