

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 28.06.2022 10:45:10  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Оценочные материалы по дисциплине (модулю)**

дисциплина

*Физика полупроводников*

*Блок Б1, часть, формируемая участниками образовательных отношений,  
Б1.В.ДВ.08.01*

цикл дисциплины и его часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

Направление

*03.03.02*

*Физика*

код

наименование направления

Программа

*Медицинская физика*

Форма обучения

*Очная*

Для поступивших на обучение в  
**2021 г.**

Разработчик (составитель)

*к.ф.-м.н., доцент*

*Ягафарова З. А.*

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания</b> .....	<b>16</b>

**1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
			1	2	3	4	
			неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ПК-1. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.3. Решает профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Обучающийся должен: знать основные понятия и законы физики полупроводников, а также используемые в физике полупроводников основополагающие модели и теории	Отсутствие навыков	В целом успешное, но непоследовательное владение навыками измерения некоторых основных параметров полупроводников на современных измерительных установках	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, владение навыками измерения некоторых основных параметров полупроводников на современных измерительных установках	Успешное и последовательное владение навыками измерения некоторых основных параметров полупроводников на современных измерительных установках	Отчет по лабораторной работе
	ПК-1.2. Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и	Обучающийся должен: уметь использовать полученные знания для определения параметров и	Отсутствие умений	Обучающийся частично умеет использовать полученные знания для определения параметров и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение умений	Сформированные умения использовать полученные знания для определения параметров и	Тестирование

	полученные результаты исследований в соответствующей области знаний	интерпретации физических свойств полупроводников		интерпретации физических свойств полупроводников	использовать полученные знания для определения параметров и интерпретации физических свойств полупроводников	интерпретации физических свойств полупроводников	
	ПК-1.1. Применяет основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	Обучающийся должен: владеть навыками измерения некоторых основных параметров полупроводников на современных измерительных установках	Отсутствие знаний	Не полные представления об основных понятиях и законах физики полупроводников, а также используемых в физике полупроводников основополагающих моделях и теорий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных понятиях и законах физики полупроводников, а также используемых в физике полупроводников основополагающих моделях и теорий	Сформированные систематические представления об основных понятиях и законах физики полупроводников, а также используемых в физике полупроводников основополагающих моделях и теорий	Коллоквиум

## 2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

### Перечень вопросов к коллоквиуму

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Знания»

1. Отличительные черты полупроводников. Примеры полупроводников.
2. Многозарядные примесные центры.
3. Электропроводность. Эффект Холла. Электронная и дырочная проводимость.
4. Оптические переходы в неупорядоченных полупроводниках.
5. Энергетический спектр сверхрешеток. Классификация полупроводниковых сверхрешеток.
6. Проводимость неупорядоченных полупроводников.
7. Потенциальные барьеры. Плотность тока. Соотношение Эйнштейна.
8. Качественные представления об электронном спектре в неупорядоченных полупроводниках.
9. Понятие о запрещенной зоне. Примесные атомы.
10. Общие особенности неупорядоченных систем.
11. Основные приближения зонной теории. Уравнение Шредингера для электронов в кристалле в одноэлектронном приближении.
12. Определение неупорядоченной системы. Примеры неупорядоченных твердых тел. Случайный потенциал.
13. Теорема Блоха.
14. Рекомбинация через многозарядные примеси.
15. Квазиимпульс и зона Бриллюэна. Понятие об энергетических зонах.
16. Центры прилипания и центры рекомбинации. Демаркационные уровни.
17. Основные различия между металлами, полупроводниками и диэлектриками с точки зрения зонной теории.
18. Статистика Шокли-Рида-Холла.
19. Метод сильно связанных электронов.
20. Рекомбинация через примеси и дефекты. Времена жизни в случае рекомбинации через примесный уровень.
21. Понятие об эффективной массе. Тензор обратных эффективных масс.
22. Коэффициент межзонной рекомбинации. Время жизни при межзонной рекомбинации.
23. Статистика электронов и дырок в компенсированных полупроводниках.
24. Условия равновесия контактирующих тел. Контактная разность потенциалов.
25. Примеры зонных структур полупроводников: зоны проводимости полупроводников  $A^{III}B^V$ , Si, Ge.
26. Длина экранирования. Истощенный контактный слой. Обогащенный контактный слой. Экранирование электрического поля в 2 D-системах.
27. Вырождение зон и гофрировка изоэнергетических поверхностей вблизи потолка валентной зоны.
28. Плотность состояний в системах пониженной размерности. Вычисление положения уровня Ферми в 2 D-системах.
29. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Примеры.
30. Применение метода эффективной массы для нахождения энергетического спектра полупроводниковых систем пониженной размерности.
31. Средняя скорость движения электрона в кристалле.
32. Энергетический спектр мелких примесных состояний в полупроводниковых квантовых ямах.

33. Уравнение движения электрона в кристалле во внешних полях.
34. Квазиравновесие и квазиуровни Ферми.
35. Заполнение зон. Дырочное описание.
36. Выпрямление в контакте металл-полупроводник. р-п переход. Статическая вольтамперная характеристика р-п перехода.
37. Метод эффективной массы.
38. Уравнение кинетики рекомбинации в пространственно однородных и неоднородных системах.
39. Мелкие уровни в гомеоплярных кристаллах (водородоподобные примесные центры). Условия применимости водородоподобной модели.
40. Туннельный эффект в р-п переходах. Туннельный диод.
41. Плотность состояний и функция распределения электронов по квантовым состояниям.
42. Время жизни неравновесных носителей заряда.
43. Концентрации электронов и дырок в зонах.
44. Темпы генерации и рекомбинации неравновесных носителей заряда.
45. Концентрация носителей в случае невырожденного электронного (дырочного) газа.
46. Неравновесные носители заряда в полупроводниках.
47. Концентрация носителей в условиях сильного вырождения.
48. Метод слабо связанных (почти свободных) электронов. Обсуждение особенностей электронного энергетического спектра на основе метода слабо связанных электронов.
49. Эффективная масса плотности состояний.
50. Изоэнергетические поверхности. Многодолинные полупроводники.
51. Статистика заполнения примесных уровней. Простые центры.
52. Биполярный транзистор.

### Перечень тестовых заданий

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Умения»

1. Из чего не состоит атом?
  - a) из нейтронов
  - b) из протонов
  - c) из ионов
  - d) из электронов
  
2. Что является основным носителем заряда в полупроводнике *n*-типа?
  - a) положительные ионы
  - b) «дырки»
  - c) электроны
  - d) протоны
  
3. В чем заключается эффект Холла в полупроводнике?
  - a) в нагреве полупроводника в электрическом поле
  - b) в изменении сопротивления в магнитном поле
  - c) в возникновении ЭДС в магнитном поле
  - d) этого не было на лекциях
  
4. Какой вид химической связи самый прочный?

- a) ковалентная
  - b) молекулярная
  - c) ионная
  - d) металлическая
5. У каких веществ самая широкая «запрещенная зона»?
- a) проводники
  - b) ферромагнетики
  - c) диэлектрики
  - d) полупроводники
6. Почему с ростом температуры увеличивается сопротивление металлического проводника?
- a) уменьшается длина свободного пробега электрона
  - b) уменьшается количество электронов
  - c) проводник расширяется
  - d) сопротивление металлов не зависит от температуры
7. В чем заключается скин-эффект?
- a) в уменьшении электрического сопротивления под действием света
  - b) в поляризации проводника в магнитном поле
  - c) в вытеснении переменного тока к поверхности проводника
  - d) в разрушении поверхности проводника при протекании по нему тока высокой частоты
8. Почему при протекании электрического тока по проводнику, он нагревается?
- a) в нем возникают диэлектрические потери
  - b) происходит столкновение электронов с узлами кристаллической решетки
  - c) электроны соударяются друг с другом
  - d) проводник расширяется от избытка электронов
9. Какой вид химической связи самый непрочный?
- a) ковалентная
  - b) молекулярная
  - c) ионная
  - d) металлическая
10. Минимальный объем кристалла, при трансляции (последовательном перемещении) которого вдоль координатных осей можно воспроизвести всю решетку, называется...
- a) кластером
  - b) монокристаллом
  - c) элементарной ячейкой
  - d) блоком
11. Какой из полупроводников обладает в равной мере как электронной, так и дырочной электропроводностью?
- a) *n*-типа
  - b) *p*-типа
  - c) собственный
  - d) такого не бывает

12. Почему при увеличении температуры уменьшается сопротивление полупроводника?
- увеличивается длина свободного пробега электронов
  - увеличивается количество свободных носителей заряда
  - усиливаются тепловые колебания узлов кристаллической решетки
  - при увеличении температуры сопротивление полупроводников увеличивается
13. Какое сопротивление имеет полупроводник при температуре абсолютного нуля?
- 0
  - $\infty$
  - некоторое значение, отличное от нуля
  - это невозможно определить
14. Свойство, заключающееся в зависимости свойств от направления в кристалле, называется...
- изомерией
  - аллотропией
  - полиморфизмом
  - анизотропией
15. За счет чего *p-n* переход проводит электрический ток только в одном направлении?
- при приложении электрического поля происходит образование «дырок» в *p*-области
  - в *p* и *n* областях разные концентрации электронов и «дырок»
  - p*-область гораздо больше *n*-области
  - происходит пробой перехода
16. За счет чего в *p*-полупроводнике концентрация «дырок» гораздо больше концентрации электронов?
- добавлена примесь – акцептор, «собирающая» все свободные электроны из полупроводника
  - полупроводник имеет множество отверстий, полученных электронной бомбардировкой или лазерным методом
  - под действием электрического поля электроны уходят из полупроводника
  - в полупроводник добавлен фосфор P, концентрации «дырок» и электронов одинаковые
17. Откуда берется тепловой ток *p-n* перехода?
- p-n* переход нагрелся и начал проводить ток по поверхности
  - наряду с примесной проводимостью полупроводник обладает ещё и собственной проводимостью
  - начинается пробой перехода из-за нагрева
  - из-за наличия примесей в полупроводнике
18. Поверхностными дефектами кристаллической решетки являются...
- границы зерен
  - краевые дислокации
  - винтовые дислокации
  - межузельные атомы
19. Почему при освещении полупроводника его сопротивление уменьшается?
- полупроводник нагревается



- b) происходит разложение полупроводника на свету на сильно проводящие компоненты
  - c) усиливается тепловое движение электронов
  - d) увеличивается количество свободных носителей заряда из-за фотоионизации
20. Почему при охлаждении полупроводника сопротивление его уменьшается?
- a) полупроводник расширяется
  - b) полупроводник плавится
  - c) увеличивается количество свободных носителей заряда
  - d) это не верно, сопротивление его увеличивается и стремится к  $\infty$
21. В каком состоянии находятся атомы в полупроводнике?
- a) никакие
  - b) возбужденное состояние
  - c) ионизированы
  - d) в покое
22. Наиболее плотноупакованной является \_\_\_\_\_ кристаллическая решетка
- a) кубическая объемно-центрированная (ОЦК)
  - b) кубическая гранецентрированная (ГЦК)
  - c) простая кубическая
  - d) тетрагональная
23. Где применяются собственные полупроводники?
- a) термо- и фоторезисторы
  - b) микропроцессоры
  - c) светодиоды
  - d) солнечные батареи
24. У какого из веществ выше электропроводность?
- a) кремний
  - b) германий
  - c) кремний, легированный примесью индия
  - d) сера
25. Какой металл применяется для выполнения соединений внутри микросхем?
- a) серебро Ag
  - b) золото Au
  - c) медь Cu
  - d) олово Sn
26. Наименьший объем кристалла, дающий представление об атомной структуре всего кристалла, называется...
- a) зерном
  - b) базисом
  - c) элементарной ячейкой
  - d) монокристаллом
27. Каким типом проводимости обладают полупроводники с акцепторной примесью?
- a) электронной и дырочной
  - b) в основном дырочной
  - c) в основном электронной

- d) собственной
28. В полупроводнике ток, переносимый электронами –  $I_{\text{э}}$ , и ток, переносимый дырками –  $I_{\text{д}}$ . Если полупроводник обладает проводимостью  $n$ -типа, то какое соотношение токов будет верным?
- $I_{\text{э}} = I_{\text{д}}$
  - $I_{\text{э}} < I_{\text{д}}$
  - $I_{\text{э}} \ll I_{\text{д}}$
  - $I_{\text{э}} > I_{\text{д}}$
29. Вакансия является дефектом...
- объемным
  - точечным
  - поверхностным
  - линейным
30. Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках?
- электронами и дырками
  - только дырками
  - только электронами
  - только ионами
31. «Сухой лед» имеет кристаллическую решетку:
- молекулярную
  - атомную
  - ионную
  - металлическую
32. У NaCl кристаллическая решетка:
- металлическая
  - ионная
  - молекулярная
  - атомная
33. Такие свойства, как ковкость, пластичность и теплопроводность, характерны для веществ:
- с ионной кристаллической решеткой
  - с атомной кристаллической решеткой
  - с металлической кристаллической решеткой
  - с молекулярной кристаллической решеткой
34. Укажите вещество с атомной кристаллической решеткой:
- H<sub>2</sub>O
  - SiO<sub>2</sub>
  - CO<sub>2</sub>
  - HCl
35. Выберите вещество с молекулярной кристаллической решеткой:
- поваренная соль
  - алмаз
  - кремнезём
  - глюкоза

36. В радио- и электротехнике широко применяются полупроводниковые диоды, которые обладают односторонней проводимостью (вентильной). Выпрямление тока происходит в пограничном слое двух образцов германия (или кремния), в одном из которых преобладает концентрация дырок, в другом - концентрация свободных электронов. Каким свойством полупроводников объясняется действие этого прибора?
- а) Температурная зависимость сопротивления полупроводников совершенно иная, чем у металлов: с ростом температуры сопротивление полупроводников убывает, т. е. проводимость увеличивается. У металлов же наблюдается противоположная закономерность.
  - б) Если в германий (элемент IV группы) ввести в качестве примеси элемент V группы (например, Р или As), то он становится полупроводником *n*-типа. Если же ввести примесь элемента III группы (например, Al или In), то германий становится полупроводником *p*-типа.
  - в) Сопротивление полупроводников очень сильно зависит от освещенности.
  - г) Контактная поверхность между полупроводником и металлом (например, между окисью меди и медью, между селеном и пленкой золота) образует фотоэлектрогенератор, преобразуют энергию света в энергию электрического тока.
37. Чем объясняется малая толщина базы в биполярном транзисторе?
- а) необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов не успевали рекомбинировать
  - б) необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов успели рекомбинировать
  - в) необходимо, чтобы база не создавала большого сопротивления
  - г) необходимо, чтобы база создавала большое сопротивление
38. Студенту дали задание установить, в каком из двух различных термометров сопротивления применяется металлический проводник, в каком – полупроводник. Из какого свойства полупроводников должен исходить студент при выполнении этого задания?
- а) Если в германий (элемент IV группы) ввести в качестве примеси элемент V группы (например, Р или As), то он становится полупроводником *n*-типа. Если же ввести примесь элемента III группы (например, Al или In), то германий становится полупроводником *p*-типа.
  - б) Контактная поверхность между полупроводником и металлом (например, между окисью меди и медью, между селеном и пленкой золота) образует фотоэлектрогенератор, преобразуют энергию света в энергию электрического тока.
  - в) Температурная зависимость сопротивления полупроводников совершенно иная, чем у металлов: с ростом температуры сопротивление полупроводников убывает, т.е. проводимость увеличивается. У металлов же наблюдается противоположная закономерность.
  - г) Сопротивление полупроводников может быть сильно увеличено добавлением небольшого количества определенных примесей.
39. Выберите вещество с молекулярной кристаллической решеткой:
- а) бор
  - б) йод
  - в) алмаз

- d) кремний
40. Дефект кристаллической решетки, представляющий собой край лишней полуплоскости, называется...
- а) границей зерна
  - б) дислокацией
  - в) двойником
  - г) вакансией
41. Для сортировки деталей (например, шариков для подшипников) широко применяются фотосопротивления. Каким свойством полупроводников объясняется действие этого прибора?
- а) Температурная зависимость сопротивления полупроводников совершенно иная, чем у металлов: с ростом температуры сопротивление полупроводников убывает, т. е. проводимость увеличивается. У металлов же наблюдается противоположная закономерность.
  - б) Если в германий (элемент IV группы) ввести в качестве примеси элемент V группы (например, Р или As), то он становится полупроводником *n*-типа. Если же ввести примесь элемента III группы (например, Al или In), то германий становится полупроводником *p*-типа.
  - в) Сопротивление полупроводников очень сильно зависит от освещенности.
  - г) Контактная поверхность между полупроводником и металлом (например, между оксидом меди и медью, между селеном и пленкой золота) образует фотоэлектрогенератор, преобразует энергию света в энергию электрического тока.
42. Свойство, заключающееся в способности вещества существовать в различных кристаллических модификациях, называется...
- а) полиморфизмом
  - б) изоморфизмом
  - в) анизотропией
  - г) изомерией
43. Для веществ с какой кристаллической решеткой характерны следующие свойства: высокая твердость, прочность, нелетучесть, тугоплавкость?
- а) металлической
  - б) ионной
  - в) молекулярной
  - г) нет верного ответа
44. В узлах кристаллической решетки у веществ с металлическим типом связи находятся:
- а) атомы и ионы металла
  - б) ионы металла и неметалла
  - в) ионы металла и кислотного остатка
  - г) ионы металла и свободные электроны
45. Когда могут образоваться новые энергетические уровни в кристаллах полупроводников?
- а) воздействием электрического поля
  - б) при дефектах кристаллической решетки
  - в) воздействием излучения

- d) тепловыми полями
46. Прочитайте все варианты и выберите истинное высказывание:
- a) Если в качестве примесей в кристаллы германия или кремния легируют трехвалентные элементы, то это – полупроводник с электронной проводимостью
  - b) Если в качестве примесей в кристаллы германия или кремния легируют трехвалентные элементы, то это – полупроводник с собственной проводимостью
  - c) Если в качестве примесей в кристаллы германия или кремния легируют пятивалентные элементы, то это – полупроводник с электронной проводимостью
  - d) Если в качестве примесей в кристаллы германия или кремния легируют пятивалентные элементы, то это – полупроводник с дырочной проводимостью
47. Чем сопровождается переход (в чистом полупроводнике) электрона из валентной зоны в зону проводимости?
- a) появлением дырки в валентной зоне
  - b) появлением дырки в запрещенной зоне
  - c) появление дырки в зоне проводимости
  - d) ничем не сопровождается
48. Кристалл формируется путем правильного повторения микрочастиц (атомов, ионов, молекул) только по одной координате –
- a) верно
  - b) верно только для монокристаллов
  - c) неверно
  - d) верно только для поликристаллов
49. Основными параметрами полупроводниковых материалов являются:
- a) ширина запрещенной зоны, концентрация собственных носителей заряда, подвижность носителей заряда при нормальной температуре
  - b) удельная объемная электропроводность, температурный коэффициент линейного расширения, предел упругости
  - c) диэлектрическая проницаемость, удельное сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь
  - d) магнитная проницаемость, коэрцитивная сила, удельное сопротивление
50. Для кристаллического состояния вещества характерны:
- a) высокая электропроводность
  - b) анизотропия свойств
  - c) высокая пластичность
  - d) коррозионная устойчивость

### **Контрольные вопросы к лабораторным работам**

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Умения»

*Лабораторная работа № 1. Общее знакомство с программой Micro Cap*

В чем заключается анализ переходных процессов?

Какой вид анализа электронной схемы необходимо произвести для изучения АЧХ усилителя?

Какой вид анализа электронной схемы необходимо произвести для изучения процесса установления колебаний автогенератора?

Что такое полоса пропускания фильтра и как её определить?

Что такое добротность?

Что такое резонанс напряжений и резонанс токов?

#### *Лабораторная работа № 2. Исследование полупроводниковых диодов*

Чем объясняется односторонняя проводимость диода?

Что понимается под прямым и обратным напряжением диода?

Верно ли утверждение, что обратный ток диода в несколько десятков раз превышает его прямой ток?

Вольт-амперная характеристика диода.

Как влияет температура на параметры диода?

Можно ли использовать диод в качестве чувствительного элемента термометра?

Чем отличается стабилитрон от обычного диода?

Что такое дифференциальное сопротивление стабилитрона?

Что такое температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона?

На чем основан принцип действия диодных ограничителей напряжения?

#### *Лабораторная работа № 3. Снятие характеристик и измерение параметров биполярного транзистора*

Как образуется  $n$ - $p$ -переход и каковы его свойства?

Каково устройство биполярного транзистора и принцип его работы в схеме с общей базой и с общим эмиттером.

Как изображают на схемах транзисторы  $n$ - $p$ - $n$  и  $p$ - $n$ - $p$ -типов?

Какие функции выполняет эмиттер и коллектор?

Объясните характер входных и выходных характеристик биполярного транзистора с ОЭ.

Что представляет собой обратный ток коллекторного перехода?

Объясните физический смысл  $h$ -параметров транзисторов и как они определяются по входным и выходным характеристикам?

Почему коэффициент усиления по току  $\beta$  не остается постоянным при изменении тока эмиттера?

Приведите входные и выходные характеристики биполярного транзистора с разными схемами включения и способы их построения.

Объяснить принцип работ каскада усиления, назначение основных элементов схемы.

#### *Лабораторная работа № 4. Расчет и исследование однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе*

Объяснить принцип работ каскада усиления, назначение основных элементов схемы.

Покажите связь между коэффициентом передачи в децибелах и размах.

Что такое коэффициент нелинейных искажений (коэффициент гармоник) усилителя, как он рассчитывается?

Как зависит коэффициент нелинейных искажений усилителя от амплитуды входного гармонического сигнала?

Что такое коэффициент частотных искажений усилителя? Как его определить по амплитудно-частотной характеристике коэффициента передачи усилителя?

Опишите порядок составления эквивалентной схемы усилительного каскада.

Изобразите упрощенную эквивалентную схему каскада на биполярного транзистора с ОБ для области низких (средних, высоких) частот.

Дайте сравнительную характеристику усилителей на биполярных транзисторах с ОЭ и ОБ по значениям их основных параметров.

*Лабораторная работа № 5. Исследование усилительных каскадов на основе полевых транзисторов*

Как с помощью команд программы подписать кривые семейства выходных характеристик полевых транзисторов?

Как с помощью программы определить дифференциальную крутизну полевого транзистора для заданного режима по постоянному току?

Способы обеспечения положения точки покоя усилительных каскадов на полевых транзисторах с управляющим р-п переходом и с изолированным затвором.

Что представляет собой спектральный анализ выходного сигнала усилителя и для чего он используется?

Чем определяются линейные частотные искажения усилительных каскадов на полевых транзисторах?

Чем определяются нелинейные искажения усилительных каскадов на полевых транзисторах?

Что такое коэффициент гармоник и как он рассчитывается?

В каких усилительных каскадах (на биполярных или полевых транзисторах) при одинаковом напряжении питания и размахе выходных сигналов следует ожидать меньший коэффициент нелинейных искажений и почему?

Как влияет величина сопротивления затвора полевого транзистора со структурой металл-окисел-полупроводник на амплитудно-частотную характеристику усилительного каскада в области высоких частот?

Какие параметры модели полевого транзистора с изолированным затвором влияют на амплитудно-частотную характеристику усилительного каскада в области высоких частот? В чем заключается это влияние?

Какие параметры модели полевого транзистора с управляющим р-п-переходом влияют на амплитудно-частотную характеристику усилительного каскада в области высоких частот? В чем заключается это влияние? При каких условиях оно проявляется?

*Лабораторная работа № 6. Исследование работы усилителей на ОУ*

Что такое операционный усилитель?

К какому классу усилителей относится ОУ?

Чем объясняется широкое использование ОУ?

Поясните структурную компоновку ОУ.

Что такое обратные связи в усилителях и как они используются при построении конкретных устройств на базе ОУ?

Перечислите основные характеристики операционного усилителя и методы их измерения.

В каком случае для описания работы электрических схем на основе ОУ можно использовать соотношения, описывающие работу идеального ОУ?

Приведите схемы масштабных преобразователей на основе ОУ и выражения для расчета коэффициента передачи.

Поясните принцип построения инвертирующего (неинвертирующего) усилителя на базе ОУ.

Какова разность фаз между входным и выходным сигналами инвертирующего усилителя на ОУ? Почему?

Какова разность фаз между входным и выходным сигналами неинвертирующего усилителя на ОУ? Почему?

Как определяется коэффициент усиления инвертирующего (неинвертирующего) усилителя на базе ОУ?

### Вопросы к зачету

1. Классификация методов спектрального анализа.
2. Виды спектрального анализа: атомный эмиссионный, атомный абсорбционный и атомный флуоресцентный.
3. Понятие спектральной линии и ее характеристики.
4. Явление реабсорбции спектральных линий.
5. Терм атома, обозначения оптических переходов через квантовые числа.
6. Правила отбора электронных переходов.
7. Мультиплетность электронных переходов.
8. Особенности атомных спектров.
9. Физико-химические процессы в источниках возбуждения спектров.
10. Схема спектрального прибора.
11. Характеристики спектрального прибора.
12. Диспергирующие системы. Призмы.
13. Диспергирующие системы. Дифракционные решетки.
14. Методы введения пробы в источники возбуждения.
15. Источники возбуждения спектров. Пламя, искра и дуга.
16. Источники возбуждения спектров. Разряд в охлаждаемом полом катоде, плазмотрон.
17. Источники возбуждения спектров. Индуктивно связанная плазма.
18. Фракционное поступление элементов в плазму.
19. Метод фракционной дистилляции.
20. Качественный эмиссионный анализ.
21. Визуальный полуколичественный анализ.
22. Фотографический полуколичественный анализ.
23. Задачи количественного анализа
24. Характеристическая кривая фотоматериалов.
25. Количественный анализ по методу трех эталонов.
26. Количественный анализ по методу постоянного графика.
27. Количественный анализ по методу добавок.
28. Задачи спектроскопии с временным разрешением.
29. Устройство стрик-камеры «Вгляд-2А».
30. Принцип работы наносекундного спектрометра с электронным импульсным возбуждением.
31. Калибровка регистрирующего тракта наносекундного спектрометра.
32. Учет спектральной чувствительности измерительного тракта.
33. Выходные данные и обработка результатов по методу «спектр за импульс».

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

#### Рейтинг-план

№ п/п	Виды учебной деятельности	Балл за конкретное задание	Число заданий	Баллы	
				Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>					
<i>Текущий контроль</i>				<b>0</b>	<b>24</b>
1.	Отчет по лабораторной	8	3	0	24



	работе				
<b>Рубежный контроль</b>				<b>0</b>	<b>26</b>
1.	Коллоквиум	13	2	0	26
<b>Модуль 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>				<b>0</b>	<b>24</b>
1.	Отчет по лабораторной работе	8	3	0	24
<b>Рубежный контроль</b>				<b>0</b>	<b>26</b>
1.	Тестирование	1	26	0	26
				<b>Итого:</b>	<b>0</b>
<b>Итоговый контроль</b>				<b>0</b>	<b>0</b>
1.	Зачет			0	0
<b>Поощрительные баллы</b>				<b>0</b>	<b>10</b>
1.	Участие в студенческих конференциях, написание статей и др. виды научной активности			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>					
1	Посещение лекционных занятий			0	-6
2	Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итого</b>				<b>0</b>	<b>110</b>

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

Рейтинговый балл =  $k \times$  Максимальный балл,

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На зачете выставляется оценка:

- зачтено - при накоплении от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено - при накоплении от 0 до 59 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.