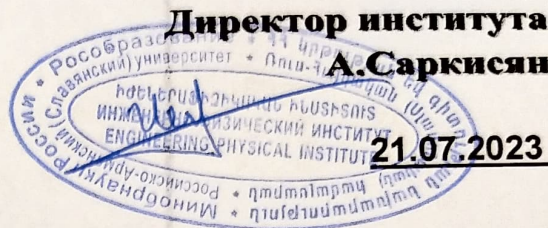


# ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Составлен в соответствии с  
государственными требованиями к  
минимуму содержания и уровню  
подготовки выпускников по  
направлению **11.03.03**  
Конструирование и технология  
электронных средств и  
Положением «Об УМКД РАУ».

Директор института  
**А. Саркисян**



## Инженерно-физический институт

Кафедра Технологии материалов и структур электронной техники

*Автор:* Кандидат технических наук, Погосян Манук Араратович

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

**Дисциплина: Б1.В.ДВ.06.02 «Материалы электронной техники»**

**Направление: 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

**ЕРЕВАН 2023**

## Структура и содержание УМКД

### 1. Аннотация

#### 1.1. Выписка из ФГОС ВПО РФ по минимальным требованиям к дисциплине.

Согласно ФГОС ВПО РФ дисциплина «Материалы и элементы электронной техники» должна обеспечивать знания об общей классификации материалов по составу, свойствам и техническому назначению. О физической природе электропроводности металлов, сплавов, полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов. О сверхпроводящих металлах и сплавах; о характеристиках проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике. О характеристиках и основных физико-химических, электрических и оптических свойствах элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе. О примерах реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники. Об основных физических процессах в диэлектриках (поляризация, пробой, диэлектрические потери) и способах их описания. Об активных и пассивных диэлектрических материалах и элементах на их основе. О магнитных материалах и элементах общего назначения. О методах исследования материалов и элементов электронной техники.

#### 1.2. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления).

Дисциплина «Материалы и элементы электронной техники» связана с такими предметами учебного плана, как «Математика», «Информатика», «Физика», «Химия», «Электромагнитные поля и волны», «Физические основы электроники», «ФТТ», «Ф п/п» и др.

#### 1.3. Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов для прохождения дисциплины (что должен знать, уметь и владеть студент для прохождения данной дисциплины).

Студент должен знать и владеть вузовским курсом общей химии, физики электротехники и твердотельной электроники.

#### 1.4. Предварительное условие для прохождения предметов, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины).

Успешное завершение первого курса обучения и знания по общей химии, физики и электротехники.

### 2. Содержание

#### 2.1. Цели и задачи дисциплины.

Целью и задачей дисциплины является в доступной форме ознакомить студентов с характеристиками и параметрами материалов, с закономерностями, определяющими их свойства и поведение в различных условиях эксплуатации во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники.

2.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (какие компетенции (знания, умения и навыки) должны быть сформированы у студента ПОСЛЕ прохождения данной дисциплины).

После изучения дисциплины студент должен:

- иметь представление: о месте и роли новых материалов электронной техники в развитии науки, техники и технологий; о классификации материалов по составу, свойствам и техническому назначению; об основных эксплуатационных характеристиках материалов при использовании их в современной электронной аппаратуре; о классификации и номенклатуре серийно выпускаемых пассивных компонентов электронной техники.
- знать физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах при их применении в различных приборах и устройствах твердотельной электроники;
- уметь правильно ориентироваться среди широкой номенклатуры материалов электронной техники;
- владеть навыками исследований основных характеристик материалов; выбора материалов для электронной аппаратуры заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости; выбора компонентов для использования в электронной аппаратуре с учетом условий ее эксплуатации, конструкции и технологии изготовления.

2.3. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и кредитах)

2.3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
<b>1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>108</b>
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>68</b>
1.1.1. Лекции	<b>34</b>
1.1.2. Лабораторные работы	<b>34</b>
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>40</b>
1.2.1. Подготовка к лабораторным работам и к зачету	<b>40</b>
Итоговый контроль	<b>зачет</b>

### 2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции( ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина -ры (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)	Другие виды занятий (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1. Введение. Основные сведения о строении материалов и их классификация. Строение и свойства металлических сплавов. Фазовые равновесия в полупроводниках, диэлектрических и металлических системах.</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>
<b>Введение</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Раздел 1. (название раздела). Основные сведения о строении материалов и их классификация. Характеристика кристаллических решеток. Типы химических связей. Дефекты кристаллов. Структура полимеров, стекла и керамики.</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>
Тема 1. (название темы). Характеристика кристаллических решеток.	4	2	-	-	2	-
Тема 2. (название темы). Типы связей между частицами в кристалле.	4	2	-	-	2	-
Тема 3. (название темы). Дефекты кристаллов.	4	2	-	-	2	-
Тема 4. (название темы) Структура полимеров, стекла и керамики	4	2	-	-	2	-
<b>Раздел 2. (название раздела). Строение и свойства металлических сплавов. Фазовые равновесия в полупроводниках, диэлектрических и металлических системах.</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>
Тема 5. (название темы) Характеристика основных фаз в сплавах.	3	1	-	-	2	-
Тема 6. (название темы) Процессы диффузии в металлах и сплавах.	1	1	-	-	-	-
Тема 7. (название темы). Энергетические условия кристаллизации.	3	1	-	-	2	-
Тема 8. (название темы). Некоторые вопросы термодинамики фазовых равновесий.	4	2	-	-	2	-
Тема 9. (название темы). Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной растворимостью.	3	1	-	-	2	-

Тема 10. (название темы). Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с ограниченной растворимостью.	2	2	-	-	-	-
Тема 11. (название темы). Т-Х диаграммы фазовых равновесий тройных систем.	1	1	-	-	-	-
<b>Модуль 2. Основные характеристики и классификация проводников. Проводящие и резистивные материалы. Характеристики и классификация резистивных элементов. Полупроводниковые материалы. Получение и применение полупроводниковых материалов в электротехнике.</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>
<b>Раздел 3. (название раздела). Основные характеристики и классификация проводников. Проводящие и резистивные материалы. Характеристики и классификация резистивных элементов.</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>11</b>	<b>-</b>
Тема 12. (название темы). Понятия зонной теории твердого тела.	2	2	-	-	-	-
Тема 13. (название темы) Электропроводность металлов.	4	2	-	-	2	-
Тема 14. (название темы) Контактные материалы.	1	1	-	-	-	-
Тема 15. (название темы) Сплавы высокого сопротивления.	4	1	-	-	3	-
Тема 16. (название темы) Сверхпроводящие металлы и сплавы.	1	1	-	-	-	-
Тема 17. (название темы) Эксплуатационные характеристики резистивных элементов.	4	1	-	-	3	-
Тема 18. (название темы) Разновидности резисторов.	4	1	-	-	3	-
<b>.Раздел 4. (название раздела) Полупроводниковые материалы. Получение и применение полупроводниковых материалов в электротехнике.</b>	<b>18</b>	<b>7</b>			<b>7</b>	
Тема 19. (название темы) Собственные и примесные полупроводники.	3	2			1	
Тема 20. (название темы) Основные свойства полупроводников.	4	2			2	
Тема 21. (название темы) Термоэлектрические явления в полупроводниках.	4	2			2	
Тема 22. (название темы) Получение и применение полупроводниковых материалов в электротехнике.	3	1			2	
<b>ИТОГО</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>-</b>

### 2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

#### **Модуль 1**

**Введение. Основные сведения о строении материалов и их классификация. Строение и свойства металлических сплавов. Фазовые равновесия в полупроводниках, диэлектрических и металлических системах.**

#### *Введение*

**Предмет дисциплины и ее задачи. Основные этапы развития электроники. Роль материалов в развитии элементарной базы электронной техники. Основные направления ее миниатюризации [1].**

#### *Раздел 1. (название раздела).*

**Основные сведения о строении материалов и их классификация. Характеристика кристаллических решеток. Типы химических связей. Дефекты кристаллов. Структура полимеров, стекла и керамики.**

#### **Тема 1. (название темы). Характеристика кристаллических решеток.**

Кристаллы. Аморфные материалы. Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток. Индексы Миллера. ([4] гл. 1,2, [3] гл.1).

#### **Тема 2. (название темы). Типы связи между частицами в кристалле.**

Связь Ван-дер-Ваальса. Ковалентный тип связи. Металлический тип связи. Ионные кристаллы. Атомные и ионные радиусы. ([2] гл.2, [3] гл.1).

#### **Тема 3. (название темы). Дефекты кристаллов.**

Точечные дефекты. Линейные несовершенства (дислокации). Двумерные несовершенства. Объемные несовершенства. ([2] гл. 13).

#### **Тема 4. (название темы). Структура полимеров, стекла и керамики.**

Классификация полимеров. Ситаллы и стеклокристаллические материалы. Керамика.([3] гл.1).

#### *Раздел 2. (название раздела).*

**Строение и свойства металлических сплавов. Фазовые равновесия в полупроводниках, диэлектрических и металлических системах.**

#### **Тема 5. (название темы). Характеристика основных фаз в сплавах.**

Механические смеси. Химические соединения. Твердые растворы. Правило фаз Гиббса. ([2] гл. 5).

#### **Тема 6. (название темы). Процессы диффузии в металлах и сплавах.**



Самодиффузия. Диффузия. Коэффициент диффузии. Количественные закономерности диффузии. ([2] гл. 16).

**Тема 7. (название темы). Энергетические условия кристаллизации.**

Скорость кристаллизации. Скорость зарождения центров кристаллизации. ([2] гл.5).

**Тема 8. (название темы). Некоторые вопросы термодинамики фазовых равновесий.**

Материальные, термодинамические и физико-химические системы. Гомогенные и гетерогенные системы. Фаза. Компоненты. Фазовые равновесия. ([2] гл. 5).

**Тема 9. (название темы). Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной растворимостью.**

Диаграмма фазового равновесия. Правило фаз. Фазовые переходы. Правило рычага. Фазовая диаграмма системы Ge-Si. ([2] гл. 6, 7).

**Тема 10. (название темы). Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с ограниченной растворимостью.**

Переход от неограниченной растворимости к ограниченной. Диаграммы фазовых равновесий с эвтектическим превращением. ([2] гл. 6, 7).

**Тема 11. (название темы). Т-Х диаграммы фазовых равновесий тройных систем.**

Основные представления, используемые при построении фазовых равновесий тройных систем. ([2] гл.8)

## **Модуль 2**

**Основные характеристики и классификация проводников. Проводящие и резистивные материалы. Характеристики и классификация резистивных элементов. Полупроводниковые материалы. Получение и применение полупроводниковых материалов в электротехнике.**

*Раздел 3. (название раздела).*

**Основные характеристики и классификация проводников. Проводящие и резистивные материалы. Характеристики и классификация резистивных элементов.**

**Тема 12. (название темы). Понятия зонной теории твердого тела.**

Элементы зонной теории твердого тела. Образование энергетических зон. ([2] гл.1, [3] гл.5).

**Тема 13. (название темы). Электропроводность металлов.**

Природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления. Влияние примесей и дефектов структуры на удельную проводимость металлов. Металлы и сплавы высокой проводимости. ([2] гл.1, [3] гл.5).

**Тема 14. (название темы). Контактные материалы.**

Классификация контактных материалов. Неподвижные контакты. Размыкающие контакты. Скользящие контакты. ([3] гл.5).

**Тема 15. (название темы). Сплавы высокого сопротивления.**

Характеристика сплавов высокого сопротивления. Манганин. Константан. Нихромы. ([3] гл.5).

**Тема 16. (название темы). Сверхпроводящие металлы и сплавы.**

Природа сверхпроводимости. Куперовские пары. Мягкие и жесткие сверхпроводники. Высокотемпературные сверхпроводники. Кривопродники. ([3] гл.5).

**Тема 17. (название темы). Эксплуатационные характеристики резистивных элементов.**

Классификация резисторов. Основные электрические параметры и характеристики постоянных и переменных резисторов. ([12] гл.1,3).

**Тема 18. (название темы). Разновидности резисторов.**

Проволочные резисторы. Резисторы общего и специального назначения. Конструкция переменных резисторов. Маркировка резисторов. ([13] гл.2).

**Раздел 4. (название раздела).**

**Полупроводниковые материалы. Получение и применение полупроводниковых материалов в электротехнике.**

**Тема 19. (название темы). Собственные и примесные полупроводники.**

Простые полупроводники. Бинарные полупроводники. Тройные соединения. Основные и неосновные носители заряда. ([2] гл.1, [3] гл.5).

**Тема 20. (название темы). Основные свойства полупроводников.**

Электрические, физико-химические, оптические свойства полупроводников. Фотопроводимость. ([2] гл.1, [3] гл.5, [11] гл.1).

**Тема 21. (название темы). Термоэлектрические явления в полупроводниках.**

Исследование свойств полупроводников. (Эффекты Зеебека, Пелтье, Томпсона и Холла). ([11] гл.1, [3] гл.5).

**Тема 22. (название темы). Получение и применение полупроводниковых материалов в электротехнике.**

Германий. Кремний. Полупроводниковые соединения  $A_3B_5$ . Карбид кремния. ([3] гл.5).

**2.3.4 Краткое содержание семинарских/практических занятий и лабораторного практикума.**

Лабораторные занятия охватывают все основные главы лекционных тем и имеют целью помогать лучшему освоению теоретических вопросов. Они состоят из десяти работ посвященных методам обработки данных эксперимента, микроскопическому анализу металлов и сплавов, дифференциальному термическому анализу материалов. Отдельная работа посвящена процессам пайки и сварки в электронике. Далее имеются работы посвященные определению микротвердости металлов, сплавов и других материалов, электрическим свойствам



проводниковых и резистивных материалов. Полупроводниковым материалам посвящены работы по определению типа их проводимости, по полупроводниковому диоду и p-n переходу. Проводится весь цикл работ, посвященный термоэлектрическим явлениям - это эффекты Зеебека, Пелтье и Томпсона. Последняя работа посвящена гальваномагнитному эффекту Холла.

#### 2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерная техника. Курс лекций в электронном и печатном варианте. Лабораторные установки физического практикума Кафедры технологии материалов и структур электронной техники. Учебные методические пособия к лабораторным работам.



### 3. Теоретический блок

#### 3.1. Материалы по теоретической части курса

##### 3.1.1. Учебник(и)

1. Аваев Н.А., Наумов Ю.Ф., Фролкин В.Т., Основы микроэлектроники. – М., Радиосвязь, 1991.
2. Пасынков В.В. Материалы электронной техники, М., Высшая школа, 2005. 404 с.
3. Плотянская М.А., Киршина И.А., Филонов О.М., Материаловедение и материалы электронной техники: текст лекций.- СПбГУАП. СПб., 2004.
4. Шаскольская М.П. Кристаллография - М., Высшая школа, 1978.
5. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – М.: Высшая школа, 1986.

##### 3.1.2. Учебное(ые) пособие(я)

6. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М., Электротехнические материалы – Л., Энергоатомиздат, 1985.
7. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В. Материалы в радиотехнике – М., Госэнергоиздат, 1981.
8. Материалы микроэлектронной техники, Под ред. В.М.Андреева - М., Радио и связь, 1989.
9. Справочник по электротехническим материалам, Под ред. Ю.В.Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева - Л., Энергоатомиздат, т.1, 1986, т.2, 1987, т.3, 1988.
10. Физика полупроводниковых приборов. Т 1, 2, – М., Мир, 1984.
11. Неменов Л.Л., Соминский М.С. Основы физики и техники полупроводников. – Л., Наука, 1974.
12. Резисторы: Справочник , Под ред. П.П. Четвертакова и В.М. Терехова – М., Радио и связь, 1991.
13. Бублик В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов – М., Metallurgia, 1978.
14. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия, Я.С. Уманский, Ю.А. Соколов, А.И. Иванов, Л.Н. Расторгуев – М.: Metallurgia, 1982.

##### 3.1.3. Краткий конспект лекций (краткие аннотации по каждой теме)

##### 3.1.4. Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, краткие конспекты лекций, презентации PPT и т.п.).

1. [http://window.edu.ru/window\\_catalog/redirect?id=44842&file=Plotyanskaya.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/redirect?id=44842&file=Plotyanskaya.pdf)
2. [http://window.edu.ru/window\\_catalog/files/r29852/ispu008.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/files/r29852/ispu008.pdf)

3. <http://www.elektrolibrary.info>

2.2 Глоссарий/терминологический словарь

#### 4. Практический блок

4.1. Планы практических и семинарских занятий

Не предусмотрены

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов.

Предусмотрено проведение следующих лабораторных работ:

1. Микроскопический анализ металлов и сплавов
2. Термообработка и высокотемпературный синтез электронных материалов
3. Дифференциальный термический анализ
4. Пайка и сварка в электронике
5. Определение микротвердости материалов
6. Электрические свойства проводниковых материалов
7. Резисторы. Измерение основных параметров резисторов
8. Определение типа проводимости полупроводников
9. Термоэлектрические явления. Термопары
10. Гальваномагнитный эффект Холла

4.3. Материалы по практической части курса

4.3.1. Учебно-методические пособия.

Составлено учебно-методическое пособие по проведению лабораторных работ.

4.3.2. Учебные справочники.

1. Справочник по электротехническим материалам, Под ред. Ю.В.Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева - Л., Энергоатомиздат; т.1, 1986, т.2, 1987, т.3, 1988.
2. Резисторы, Справочник / Под ред. П.П. Четвертакова и В.М. Терехова – М., 1981г., 352стр.

4.3.3. Задачники (практикумы).

Не предусмотрены.

4.3.4. Хрестоматии.

Не предусмотрены.

4.3.5. Наглядно-иллюстративные материалы.

По ходу лекционного курса предусмотрен показ тех материалов и элементов о которых идет речь в данной лекции.

4.3.6. Др.

#### 5. Материалы по оценке и контролю знаний

5.1. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

1. Характеристика основных фаз в сплавах.
2. Процессы диффузии в металлах и сплавах.
3. Энергетические условия кристаллизации
4. Гомогенные и гетерогенные системы. Фаза. Компоненты. Фазовые равновесия.
5. Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной растворимостью.
6. Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с ограниченной растворимостью.
7. Т-Х диаграммы фазовых равновесий тройных систем.
8. Механизм образования энергетических зон. Заполнение энергетических зон.
9. Металлы, полупроводники и диэлектрики.
10. Контактные материалы
11. Сплавы высокого сопротивления
12. Эксплуатационные характеристики резистивных элементов. Разновидности резисторов.
13. Собственный полупроводник. Примесные состояния в полупроводниках.
14. Удельная проводимость полупроводника.
15. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводника.
16. Магнетосопротивление полупроводников.
17. Термоэлектрические эффекты в полупроводниках.
18. Теплопроводность полупроводников.
19. Германий. Кремний. Полупроводниковые соединения АЗВ5.

## 5.2. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей.

Образец теста:

**Тест 1.** *Какое описание соответствует ковалентному типу связи?*

1 – связь возникает в результате перехода валентных электронов от металлического атома к металлоидному атому, при этом образующиеся разноименно заряженные ионы притягиваются друг к другу;

2 – объединение атомов в молекулу достигается за счет электронов, которые становятся общими для пар атомов, а плотность отрицательно заряженного электронного облака между положительно заряженными ядрами получается наибольшей;

3 – связь существует в системах, построенных из положительных атомных остовов, находящихся в среде свободных коллективизированных электронов;

4 – связь образуется благодаря согласованному движению валентных электронов соседних молекул.

## 6. Методический блок

### 6.1. Методика преподавания, обоснование выбора данной методики

В процессе преподавания дисциплины «Материалы и элементы электронной техники» используются классические формы и методы обучения (лекции и лабораторные работы), а также формы промежуточного контроля в виде проверки знаний с помощью тестов (предусмотрено проведение одного модуля). Лекционная форма обеспечивает непосредственный контакт преподавателя со студентами. Студентам нет необходимости записывать лекции, поскольку в конце лекции им передается напечатанный текст прочтенной лекции. Это позволяет им более внимательно слушать преподавателя. Во время чтения лекции используются также демонстрационные материалы в виде конкретных материалов и элементов электроники, о которых идет речь в данной лекции. Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированных лабораториях кафедры «Технологии материалов и систем электронной техники», укомплектованных необходимым оборудованием.

В процессе выполнения лабораторных работ студенты находят решения практических задач. Исходные данные для решения практических задач выдаются преподавателем в начале лабораторных занятий группам студентов.

## 6.2. Методические рекомендации для студентов:

6.2.1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов, размещенных на сайтах интернета, приведенных в п. 3.1.4., а также литературой, имеющейся в библиотечном фонде института.

6.2.2. Методические указания по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям.

Составлено учебно-методическое пособие по проведению лабораторных работ. Инструкция к каждой работе выдается студентам за неделю до начала лабораторного занятия.

6.2.3. Методические рекомендации по написанию самостоятельных работ, в том числе курсовых, рефератов, эссе и др.

Не предусмотрены.

