

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор В.А. Шпенст**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**Уровень высшего образования:** Бакалавриат

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль):** Электропривод и автоматика

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** доц. Коптева А.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электропривод и автоматика».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Коптева А.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Электроэнергетики и электромеханики 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** «Электротехническое и конструкторское материаловедение» - формирование у студентов базовых знаний в области природы, свойств, структуры, взаимодействия с различными видами энергии и методах обработки современных электротехнических и конструкторских материалов, а также физической сущности процессов и явлений, возникающих под воздействием внешних электрических и магнитных полей.

### **Основные задачи дисциплины:**

- изучение теоретических основ электротехнического и конструкторского материаловедения;
- овладение методами выбора и оценки свойств материалов для работы в электротехнических, электроэнергетических и электромеханических системах, обеспечивающими безопасное и эффективное решение практических задач в профессиональной деятельности;
- формирование представлений о химической природе веществ, взаимосвязи и взаимодействии строения, структуры, агрегатного состояния, состава, и свойств материалов с различными видами энергии – электрической, магнитной, механической, тепловой, световой и др., физической сущности процессов и явлений, возникающих под воздействием внешних электрических и магнитных полей, диапазона электротехнических, магнитных, механических, термодинамических характеристик, области использования тех или иных групп материалов, условиях производства и эксплуатации электротехнических и электронных устройств;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний, планирования и проведения эксперимента, обработки и оценки его результатов; способностей для самостоятельной работы, использования знания основных физических теорий для решения возникающих электротехнических задач;
- развитие способностей аргументированного обоснования целесообразности технических решений и мотиваций к самостоятельному повышению уровня профессиональных знаний и навыков в области профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электротехническое и конструкторское материаловедение» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электропривод и автоматика» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электротехническое и конструкторское материаловедение» являются «Физика», «Химия».

Дисциплина «Электротехническое и конструкторское материаловедение» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Силовая электроника», «Теория автоматического управления», «Физические основы электроники», «Электрические машины».

Особенностью дисциплины является то, что она охватывает комплекс проблем, имеющих отношение к развитию электротехнических систем и направлена на овладение методами научно-исследовательской работы, обучение теоретическим основам и практическим методам исследования в области проектирования и обслуживания современных электротехнических устройств.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Электротехническое и конструкторское материаловедение» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5	ОПК-5.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение» составляет 7 зачетных единиц, 252 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа (СРС), в том числе:</b>	<b>148</b>	<b>148</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Подготовка к практическим занятиям	116	116
Подготовка к лабораторным занятиям	32	32
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)	<b>36 (Э)</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	-	-
	<b>ак. час.</b>	<b>252</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>7</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)

1.	Общее материаловедение	25	2	2	-	21
2.	Диэлектрические материалы	66	11	7	7	41
3.	Полупроводниковые материалы	51	9	4	4	34
4.	Проводниковые материалы	45	8	2	4	31
5.	Магнитные материалы	29	4	2	2	21
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>148</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Общее материаловедение	Общие сведения о дисциплине. Строение материалов: газообразное, жидкое, твердое. Аморфные и кристаллические твердые материалы. Основные типы кристаллических решеток. Виды связей: ковалентная, ионная, металлическая, межмолекулярная и др. Дефекты кристаллической решетки. Полимеры: строение, полимеризация. Группы электротехнических материалов. Технология конструкционных материалов	2
2.	Диэлектрические материалы	Общие сведения о диэлектрических материалах, классификация диэлектрических материалов. Поляризация диэлектриков, виды поляризации. Влияние внешних факторов на поляризуемость. Электретный эффект. Электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери. Схемы замещения диэлектриков и векторные диаграммы. Влияние температуры и частоты поля на параметры диэлектрика. Пробой диэлектриков, виды пробоя. Механические свойства диэлектрических материалов, тепловые свойства материалов. Влагопоглощение, влажность и химическая стойкость материалов. Радиационная стойкость	11
3.	Полупроводниковые материалы	Общие сведения о полупроводниковых материалах. Электропроводность. Собственная проводимость. Примесная проводимость n-типа, p-типа. Изменение электропроводности под воздействием теплового поля. Термоэлектрические свойства. Терморезисторы. Термоэлементы. Электронно-дырочный (p-n) переход. Фотоэлектрические свойства полупроводников. Фоторезистивный эффект. Фотоэлектрический эффект. Классификация полупроводниковых материалов	9
4.	Проводниковые материалы	Электропроводность проводников Явление сверхпроводимости проводников. Контактная разность потенциалов. Термо-ЭДС. Контакты. Классификация проводников. Материалы с высокой	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		проводимостью. Материалы с высоким сопротивлением. Материалы для термопар. Проводниковые материалы и сплавы различного применения: благородные металлы; тугоплавкие металлы; ртуть; галлий; индий; олово; кадмий; свинец; цинк. Криопроводники. Способы производства проводниковых элементов	
5.	Магнитные материалы	Природа ферромагнетизма. Основные характеристики ферромагнетиков. Потери в ферромагнитных материалах. Энергия в зазоре ферромагнетика. Классификация магнитных материалов	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Определение группы материалов с использованием основных законов электротехники	2
2.	Раздел 2	Типы электропроводности диэлектриков и их определение	2
		Влияние температуры и частоты поля на параметры диэлектрика	2
		Понятие электрической прочности. Способы расчета	2
		Выбор материала и расчет характеристик изоляторов	1
3.	Раздел 3	Подвижность носителей заряда и определение удельной проводимости собственных, n- и p-типа полупроводников	2
		Изучение влияния температуры на проводимость полупроводников	2
4.	Раздел 4	Определение электропроводности проводников и оценка влияния внешних факторов. Контактная разность потенциалов. Термо-ЭДС	2
5.	Раздел 5	Потери в ферромагнитных материалах. Энергия в зазоре ферромагнетика	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2	Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь твёрдых и активных диэлектриков	3
		Электрический пробой в диэлектриках	4
2.	Раздел 3	Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников	2
		Фотопроводимость	2
3.	Раздел 4	Определение удельного сопротивления проводника	2

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
		Изучение температурной зависимости сопротивления проводников и резисторов	2
4.	Раздел 5	Изучение свойств ферромагнетика при помощи петли гистерезиса. Определение точки Кюри	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные занятия.** Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.
- главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

##### **Раздел 1. Общее материаловедение.**

1. Основы технологии конструкционных материалов.
2. Основные особенности поведения каждой группы материалов в электрическом поле.
3. Электропроводность материала.
4. Понятие об элементарных частицах.
5. Энергетическая диаграмма материалов.

##### **Раздел 2. Диэлектрические материалы.**

1. Основные процессы, возникающие в диэлектриках под воздействием электрического поля.
2. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации в зависимости от свойств и структуры материала.
3. Объемная и поверхностная электропроводность диэлектриков.
4. Влияние внешних факторов на электропроводность диэлектриков.
5. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Понятие электрической прочности.

### **Раздел 3. Полупроводниковые материалы.**

1. Влияние температуры на электропроводность полупроводников. Термоэлементы, термосопротивления.
2. Собственные и примесные полупроводники.
3. Электронно-дырочный переход.
4. Фотопроводимость и фотоэлементы.
5. Классификация электронных устройств.

### **Раздел 4. Проводниковые материалы.**

1. Свойства проводников первого рода.
2. Температурный коэффициент сопротивления.
3. Сверхпроводники и их свойства.
4. Понятие контактной разности потенциалов и термо-ЭДС.
5. Чистые металлы и сплавы.

### **Раздел 5. Магнитные материалы.**

1. Ферромагнитная керамика? Ее свойства и область применения.
2. Магнитодиэлектрики. Основные свойства и назначение.
3. Характер петли гистерезиса.
4. Основные группы ферритов?
5. Классификация магнитотвердых материалов и их характеристики.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Назовите основные механические свойства твердых материалов.
2. Приведите основные особенности поведения каждой группы материалов в электрическом поле.
3. Какими основными параметрами характеризуются диэлектрики?
4. Что собой представляет явление поляризации в электрическом поле?
5. Какими параметрами характеризуется поляризация?
6. Какие Вы знаете виды поляризации и в каких диэлектриках они проявляются?
7. Приведите особенности каждого из трех основных типов поляризации.
8. В каких элементах, устройствах проявляется и используется явление поляризации?
9. В чем заключается электретный эффект в диэлектриках?
10. Что такое электропроводность материала?
11. Какие необходимы условия, чтобы в диэлектрике возник ток?
12. Приведите основные формулы для удельного объемного и поверхностного сопротивлений.
13. От каких факторов зависит электропроводность диэлектриков?
14. Какие виды носителей заряда и какие виды электропроводности диэлектриков Вы знаете?
15. Каким образом зависит электропроводность от температуры диэлектрика?
16. Как ведет себя электропроводность в слабых к в сильных электрических полях?
17. Как ведет себя поверхностная электропроводность гидрофобных и гидрофильных диэлектриков от процентного содержания в них влаги?
18. Что собой представляют диэлектрические потери?
19. Какие виды потерь в диэлектриках Вы знаете?

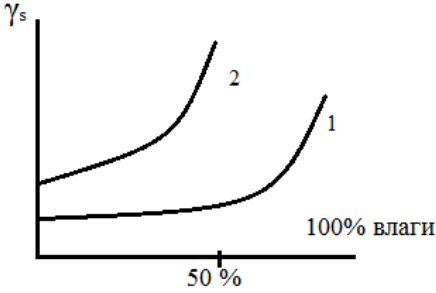


20. Каким параметром представлены потери для диэлектриков в справочных таблицах?
21. Какой электрической схемой замещения можно изобразить реальный диэлектрик?
22. Что такое "угол диэлектрических потерь"?
23. Как выглядит векторная диаграмма тока и напряжения для реального диэлектрика?
24. Как выглядит зависимость  $\operatorname{tg}\delta$  и  $P_a$  для полярного диэлектрика в широком диапазоне температур?
25. Напишите формулу для мощности  $P_a$  потерь в диэлектрике с учетом приложенного напряжения, размеров диэлектрика и особенности материала.
26. Сопоставьте значения  $\operatorname{tg}\delta$  для полярных и нейтральных диэлектриков (на конкретных примерах).
27. Что собой представляет пробой диэлектриков в электрическом поле?
28. Какие Вы знаете виды пробоя?
29. Каковы особенности пробоя, обусловленного ударной ионизацией?
30. Какова особенность электротеплового пробоя?
31. От каких основных факторов зависит электрическая прочность твердых диэлектриков?
32. Для чего надо знать не только электрические характеристики диэлектриков, но и их физико-химические характеристики?
33. Имеется ли зависимость между диэлектрической проницаемостью и величиной приложенного к диэлектрику напряжения? Рассмотреть случаи линейного и нелинейного диэлектрика.
34. Какой материал целесообразнее использовать в качестве диэлектрика конденсатора в случае необходимости иметь стабильную емкость в функции от напряжения, приложенного к конденсатору?
35. Какими свойствами должны обладать материалы, используемые в качестве диэлектриков в высокочастотных полях?
36. Какова зависимость диэлектрической проницаемости от частоты приложенного напряжения у неполярных и полярных диэлектриков? Объяснить графики.
37. Какие виды диэлектрических потерь наблюдаются у полярных и неполярных и нелинейных диэлектриков?
38. Какие виды диэлектрических потерь являются основными у полярных диэлектриков?
39. Какие виды поляризаций сопровождаются диэлектрическими потерями?
40. Какие виды диэлектрических потерь являются основными у неполярных диэлектриков?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Термическая операция, состоящая в нагреве металла в неустойчивом состоянии, полученном предшествующими обработками, выдержке при температуре нагрева и последующем медленном охлаждении для получения структур, близких к равновесному состоянию,	1. нормализацией. 2. отжигом. 3. закалкой. 4. отпуском.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	называется...	
2.	Термическая обработка стали, состоящая в нагреве, выдержке и последующем медленном охлаждении на воздухе, называется...	1. нормализацией. 2. отжигом. 3. закалкой. 4. отпуском.
3.	Термическая операция, состоящая в нагреве и последующем быстром охлаждении, после которой металл находится в неравновесном структурном состоянии, несвойственном данному материалу при нормальной температуре, называется...	1. нормализацией. 2. отжигом. 3. закалкой. 4. отпуском.
4.	Если диэлектрик находится между обкладками конденсатора, то в следствие поляризации заряд конденсатора при том же значении напряжения ...	1. увеличится в $\epsilon$ раз. 2. уменьшится в $\epsilon$ раз. 3. останется неизменным. 4. изменится в $C$ раз.
5.	Объёмная электропроводность $\gamma_v$ определяется по формуле:	1. $1/\gamma_s$ . 2. $1/\rho_s$ . 3. $1/\rho_v$ . 4. $\rho_v + \rho_s$ .
6.	Полное сопротивление диэлектрика ...	1. складывается из его объёмного и поверхностного сопротивлений, соединённых параллельно. 2. складывается из его объёмного и поверхностного сопротивлений, соединённых последовательно. 3. равно его объёмному удельному сопротивлению. 4. равно его поверхностному удельному сопротивлению.
7.	<p>Что характеризует график?</p> 	<p>1. Зависимости <math>\gamma_s</math> от процентного содержания влаги в окружающей среде (1) — гидрофильного и (2) — гидрофобного материала.</p> <p>2. Зависимости <math>\gamma_s</math> от процентного содержания влаги в окружающей среде (1) — гидрофобного и (2) — гидрофильного материала.</p> <p>3. Зависимости <math>\gamma_s</math> от собственной влажности (1) — гидрофильного и (2) — гидрофобного материала.</p> <p>4. Зависимости <math>\gamma_s</math> от собственной влажности (1) — гидрофобного и (2) — гидрофильного материала.</p>
8.	Как изменяется концентрация свободных зарядов (электронов) в металлическом проводнике при повышении температуры	1. возрастает. 2. убывает. 3. остается практически неизменной. 4. стремится к нулю.
9.	Для металлов и сплавов характерен тип химической связи...	1. металлический. 2. гомеополлярный.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. ковалентный. 4. ионный.
10.	Когда требуется высокая точность измерения, чувствительные элементы термосопротивления изготавливаются из какого материала?	1. медь. 2. никель. 3. алюминий. 4. платина.
11.	Сверхпроводящее состояние соответствует значению сопротивления постоянному току	1. практически равным нулю. 2. больше нуля. 3. меньше нуля. 4. равным нулю.
12.	При УВЕЛИЧЕНИИ температуры, соответствующей критическому значению ( $T_{кр}$ ) перехода в сверхпроводящее состояние, проводник переходит...	1. в сверхпроводящее первого рода. 2. в сверхпроводящее второго рода. 3. в обычное проводящее состояние. 4. в состояние диэлектрика.
13.	Введение в состав металлических сплавов примесей в определенных концентрациях с целью изменения их внутреннего строения и свойств, называется...	1. легированием. 2. азотированием. 3. цементацией. 4. нормализацией.
14.	Способность материала сопротивляться действию внешних сил, не разрушаясь – это...	1. прочность. 2. твердость. 3. пластичность. 4. вязкость.
15.	Свойство материала деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения действия этих сил – это...	1. прочность. 2. твердость. 3. пластичность. 4. вязкость.
16.	Донорные примеси поставляют...	1. дырки в зону проводимости. 2. электроны в валентную зону. 3. электроны в запрещенную зону. 4. электроны в зону проводимости.
17.	Основные носители заряда в полупроводнике определяют...	1. магнитные свойства. 2. электрическую прочность. 3. тип проводимости. 4. электрическое старение.
18.	Собственные полупроводники...	1. полупроводники, содержащие избыток инжектированных дырок. 2. полупроводники, не содержащие примесей, влияющих на их электропроводность. 3. полупроводники, содержащие избыток электронов. 4. полупроводники, содержащие магнитные домены.
19.	В общем случае подвижность носителей изменяется пропорционально температуре в степени	1. $+3/2$ . 2. $-3/2$ . 3. $\pm 3/2$ . 4. $+1/2$ .
20.	Термисторы с положительным температурным коэффициентом	1. позисторами. 2. пьезоэлектриками.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	сопротивления (ТКС) называются	3. криосопротивлениями. 4. проводниками.

### Вариант 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Единица измерения в системе СИ удельной электропроводности:	1. Ом/м. 2. Ом×м. 3. 1/Ом. 4. 1/(Ом×м).
2.	Для изоляции токоведущих частей друг от друга используются ...	1. проводники. 2. диэлектрики. 3. магнитные материалы. 4. полупроводники.
3.	Для оценки электрических свойств среды ее абсолютную диэлектрическую проницаемость связывают с...	1. диэлектрической проницаемостью вакуума. 2. относительной диэлектрической проницаемостью этого же вещества. 3. поляризованностью. 4. напряжением.
4.	Металлические материалы, способные сопротивляться разрушению в агрессивных средах, называются...	1. жаростойкими. 2. жаропрочными. 3. коррозионно-стойкими. 4. износостойкими.
5.	Металлические материалы, способные сопротивляться ползучести и разрушению при высоких температурах при длительном действии нагрузки, называются...	1. жаростойкими. 2. жаропрочными. 3. коррозионно-стойкими. 4. износостойкими.
6.	Металлические материалы, обладающие повышенным сопротивлением химическому взаимодействию с газами при высоких температурах, называются...	1. жаростойкими. 2. жаропрочными. 3. коррозионно-стойкими. 4. износостойкими.
7.	Какая из перечисленных ниже структур имеет более высокие жаропрочные свойства?	1. ферритная. 2. перлитная. 3. мартенситная. 4. аустенитная.
8.	Диэлектрические потери – часть энергии электрического поля, которая рассеивается в диэлектрике в виде ...	1. тепла. 2. светового потока. 3. радиационного излучения. 4. магнитного поля.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Пробивное напряжение – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. максимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика.</li> <li>2. минимальное напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика.</li> <li>3. напряжение при котором сопротивление диэлектрика максимально.</li> <li>4. правильных ответов нет.</li> </ol>
10.	Способность материала сопротивляться действию внешних сил, не разрушаясь – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прочность.</li> <li>2. твердость.</li> <li>3. пластичность.</li> <li>4. вязкость.</li> </ol>
11.	Свойство материала деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения действия этих сил – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прочность.</li> <li>2. твердость.</li> <li>3. пластичность.</li> <li>4. вязкость.</li> </ol>
12.	Указать формулу удельной электропроводности (где $U$ – это подвижность носителей заряда).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\gamma = q \cdot N \cdot U</math></li> <li>2. <math>\gamma = q \cdot U</math></li> <li>3. <math>\gamma = q \cdot N</math></li> <li>4. <math>\gamma = N \cdot U</math></li> </ol>
13.	Железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода 0,05... 1,35% называют...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. техническим железом.</li> <li>2. сталями.</li> <li>3. чугунами.</li> <li>4. медно-никелевыми сплавами.</li> </ol>
14.	Латунь Л80. Цифра в маркировке обозначает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. твердость.</li> <li>2. временное сопротивление.</li> <li>3. содержание меди.</li> <li>4. содержание цинка.</li> </ol>
15.	Как примеси и структурные дефекты изменяют удельное сопротивление металлов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не изменяют.</li> <li>2. уменьшают.</li> <li>3. увеличивают.</li> <li>4. влияние оказывают только примеси.</li> </ol>
16.	Укажите значение температуры для тугоплавких материалов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. более 1700°C.</li> <li>2. менее 1700°C.</li> <li>3. более 3700°C.</li> <li>4. менее 700°C.</li> </ol>
17.	Преимущественно датчики различных видов энергий, выпрямители, триоды, тиристоры изготавливают из...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. проводников.</li> <li>2. диэлектриков.</li> <li>3. полупроводников.</li> <li>4. магнитных материалов.</li> </ol>
18.	Способность диэлектрика выдерживать воздействие повышенной температуры без недопустимого ухудшения своих свойств называют...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. холодостойкостью.</li> <li>2. нагревостойкостью.</li> <li>3. теплопроводностью.</li> <li>4. теплоизоляцией.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
19.	Латуни и бронзы- это сплавы на основе...	1. алюминия. 2. меди. 3. цинка. 4. магния.
20.	Полупроводниковые устройства, при пропускании тока через которые, происходит охлаждение одной стороны устройства и нагрев другой, называют...	1. солнечные элементы. 2. теплоэлементы. 3. термопары. 4. полупроводниковые охладители.

### Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Дефекты кристаллической решетки - это...	1. области в материале с повышенной электропроводностью. 2. области в материале с повышенной индуктивностью. 3. структурные неоднородности материала. 4. области в материале с повышенной индуктивностью и электропроводностью.
2.	Дефекты кристаллической решетки в проводниках повышают...	1. магнитные свойства материалов. 2. электропроводность материалов. 3. электрическую емкость материалов. 4. удельное сопротивление и ухудшают механические характеристики металлов.
3.	Какие группы металлов относят к цветным?	1. тугоплавкие. 2. легкие. 3. редкоземельные. 4. легкоплавкие.
4.	Какие группы металлов относятся к черным?	1. железные. 2. легкие. 3. тугоплавкие. 4. редкоземельные.
5.	К тугоплавким металлам относят...	1. свинец. 2. вольфрам. 3. ванадий. 4. титан.
6.	Емкость не зависит от...	1. формы изделия. 2. геометрических размеров обкладок. 3. расстояния между обкладками. 4. величины заряда и напряжения, а

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		определяется их отношением.
7.	В системе СИ емкость измеряется в ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. фарадах (Ф).</li> <li>2. вольтах (В).</li> <li>3. ваттах (Вт).</li> <li>4. генри (Гн).</li> </ol>
8.	Поляризация, имеющая явление насыщения, когда все моменты доменов развернутся по полю соответствует... 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дипольно-релаксационному типу поляризации.</li> <li>2. электронному типу поляризации.</li> <li>3. спонтанному или самопроизвольному типу поляризации.</li> <li>4. резонансному типу поляризации.</li> </ol>
9.	При увеличении температуры электропроводность диэлектрика...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшается по закону экспоненты.</li> <li>2. увеличивается линейно.</li> <li>3. увеличивается по закону экспоненты.</li> <li>4. уменьшается линейно.</li> </ol>
10.	Поверхностная электропроводность $\gamma_s$ сильно зависит от	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. влажности и способности диэлектрика смачиваться или не смачиваться влагой.</li> <li>2. влажности.</li> <li>3. способности диэлектрика смачиваться или не смачиваться влагой.</li> <li>4. размеров диэлектрика.</li> </ol>
11.	При испытании образца на растяжение определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. предел прочности.</li> <li>2. относительное удлинение.</li> <li>3. твердость по Бринеллю.</li> <li>4. ударная вязкость.</li> </ol>
12.	Твердость металлов измеряется на:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прессе Бринелля.</li> <li>2. маятниковом копре.</li> <li>3. прессе Роквелла.</li> <li>4. прессе Виккерса.</li> </ol>
13.	Дистиллированная вода – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сильно полярный диэлектрик.</li> <li>2. полупроводник.</li> <li>3. проводник.</li> <li>4. нестабильное вещество, электропроводность которого зависит от внешних воздействий.</li> </ol>
14.	Класс нагревостойкости диэлектрика E соответствует предельно допустимой рабочей температуре, °С -	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 90.</li> <li>2. 120.</li> <li>3. 155.</li> <li>4. свыше 180.</li> </ol>
15.	Выберите самый дешевый газообразный диэлектрик, который используется в качестве внешней изоляции, например в конденсаторах и трансформаторах.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. элегаз.</li> <li>2. шестифтористая сера.</li> <li>3. фреон.</li> <li>4. воздух.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
16.	К проводникам 3-го рода относятся...	1. сплавы. 2. электролиты. 3. металлы. 4. газоразрядная плазма.
17.	Из приведенных групп материалов наибольшее число свободных носителей заряда имеют...	5. ферромагнетики. 6. проводники. 7. полупроводник. 8. диэлектрики.
18.	Как примеси и структурные дефекты изменяют удельное сопротивление металлов?	1. не изменяют. 2. уменьшают. 3. увеличивают. 4. влияние оказывают только примеси.
19.	Переход в сверхпроводящее состояние является ...	1. обратимым. 2. необратимым. 3. постоянным. 4. не существует.
20.	Для измерения сверхнизких температур чувствительные элементы термосопротивлений изготавливаются главным образом из какого материала?	1. медь. 2. никель. 3. сплавы и полупроводники. 4. платина.

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допускает некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

*Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично



## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1 Основная литература**

1. Коптева А.В., Войтюк И.Н. Электротехническое и конструкционное материаловедение. [Текст]: учеб. Пособие – СПб.: Изд-во Лема, 2016 – 176 с.

<https://pl.spb.ru/oegallery/item.php?ID=11110>

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Коптева, А.В. Электротехническое и конструкционное материаловедение: Методические указания к лабораторным работам для студентов бакалавриата направления 13.03.02 – Санкт-Петербург: РИЦ Санкт-Петербургского горного университета, 2017.- 63 с.

2. Краткий справочник физико-химических величин. Издание 9. ред. Равдель А.А., Пономарева А.М. 10-е издание. СПб.: Иван Федоров. 2003.

3. Тимофеев, И.А. Электротехнические материалы и изделия [Электронный ресурс] : учеб. Пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 272 с.

4. Привалов Е.Е. Электротехническое материаловедение: учебное пособие: - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. — 234 с.

#### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Методические указания для самостоятельной работе <http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>

2. Методические указания к практическим занятиям <http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>

3. Методические указания к лабораторным работам <http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>.

2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru>.

3. Информационно-аналитический Центр Современной Электроники [www.sovel.org](http://www.sovel.org).

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>.

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>.

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>, <https://e.lanbook.com/books>.

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

11. Константы веществ, электронные базы данных: <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>, [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru).

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.

13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>.

14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>.

16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях Инженерного корпуса, в которых имеется следующее оборудование:

30 посадочных мест

Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

30 посадочных мест

Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт.

30 посадочных мест

Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт.

52 посадочных места

Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

Лабораторные работы проводятся в аудитории 433 Инженерного корпуса, оснащена специальным оборудованием, измерительными приборами и минимодулями, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».

Мебель лабораторная:

стол лабораторный – 6 шт., шкаф лабораторный – 2 шт., доска напольная мобильная – 1 шт., компьютерное кресло – 18 шт.

Оборудование и приборы:

мультиметр 2000/E – 1 шт., осциллограф цифровой АКС-2065 – 1 шт., генератор низкой частоты АНР-1002 – 1 шт., комплект тип. учебного оборуд. «Электротехнические материалы» ЭТМ-НК (без ПК) – 1 шт., комплект тип. учебного оборуд. «Электротехнические материалы» ЭТМ-СК (без ПК) – 1 шт.,

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по электротехническому и конструкционному материаловедению.

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ;

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 ;  
Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования»;

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ;

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ;

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 ;

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1;

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

### 3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security .

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011, MicrosoftOpenLicense 49487710 от 20.12.2011, MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011, MicrosoftOffice 2010 Standard: MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.