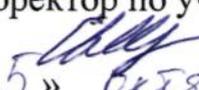


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)
Кафедра «Электрические машины»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
 Е.А.Мальгин
« 5 » Октябрь 2012г.

Основная образовательная программа
«Системы обеспечения движения
поездов»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Материаловедение

Шифр дисциплины – СЗ. Б.12

Направление подготовки (специальность) –190901.65 Системы обеспечения дви-
жения поездов

Специализации – «Электроснабжение железных дорог»; «Автоматика,
телемеханика на железнодорожном транспорте»; «Телекоммуникацион-
ные системы и сети на железнодорожном транспорте»

Квалификация – Специалист

Форма обучения – Очная

Екатеринбург
2012

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» составлена в соответствии с основной образовательной программой подготовки специалистов «190901 «Системы обеспечения движения поездов», специализации: «Электроснабжение железных дорог»; «Автоматика, телемеханика на железнодорожном транспорте» и «Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте».

Дисциплина «Материаловедение» преподается на основе ранее изученных дисциплин:

- 1) Физика
- 2) Химия

и является фундаментом для изучения следующих дисциплин:

- 1) «Теоретические основы электротехники»,
- 2) «Электрические машины»,
- 3) «Теория линейных электрических цепей»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Электрические машины».
«20» сентября 2012 г., протокол № 1.

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электромеханического факультета «27» сентября 2012 г.

Согласование:

Автор:

старший преподаватель

Е.П. Никитина

Зав. кафедрой «Электрические машины»

доцент, канд. техн. наук

Декан факультета ЭТ

доцент, канд. физ.-мат. наук.

Декан факультета ЭМ

доцент, канд. техн. наук

А.В. Бунзя

В.В. Башуров

И.С. Цихалевский

Программа согласована:

Председатель учебно-методической комиссии ЭМФ

А. П. Сухогузов

Рецензенты:

Заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

Заведующий кафедрой «Электроснабжение транспорта»

В.Н. Коваленко

Ю.П. Нугодников

Курс	2
Семестр	4
Зачетные единицы	3
Лекции	36 ч.
Лабораторные занятия	18 ч.
<hr/>	
Аудиторные занятия	54 ч.
Самостоятельные занятия	54 ч.
Всего часов	108 ч.
Дифференцированный зачет	4 сем.

Содержание рабочей программы

Введение	4
Цель дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины	4
1. Распределение учебных часов по темам, видам занятий и видам самостоятельной работы	6
2. Содержание рабочей программы	6
3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов	12
4. Примерная тематика практических занятий	13
5. Перечень лабораторных работ	13
6. Образовательные технологии	15
7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости	15
8. Примерные вопросы к экзамену (зачету)	16
9. Понятийно-терминологический словарь дисциплины	19
10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	24
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины	25
12. Лист дополнений и изменений	26
Приложение 1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	27
Приложение 2. Методические указания по организации текущего контроля работы студентов	28

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика программы курса

Проектирование и обслуживание современных электротехнических устройств железнодорожного транспорта предполагает формирования у студентов глубоких фундаментальных знаний об электротехнических и конструкционных материалах.

Учебный курс ориентирован на подготовку студентов к практической деятельности в качестве высококвалифицированных специалистов.

В основу курса положены современные теории в области электротехнического материаловедения, практика применения современных материалов.

Цель изучения учебной дисциплины

В процессе освоения дисциплины у студента должны быть сформированы и развиты общекультурные и профессиональные компетенции.

Студент должен владеть:

1) общекультурными компетенциями (ОК)

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; методами и основными законами теоретической электротехники (ОК-1);

- способностью логически верно, грамотно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения, умение отстаивать свою точку зрения (ОК-2).

2) профессиональными компетенциями (ПК)

- владение методикой оценки свойств и способами выбора материалов (ПК-11);

Основной **целью** преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний о способах получения, свойствах и характеристиках современных материалов и изделий из них, применяемых в устройствах системы обеспечения движения поездов.

Задачи изучения дисциплины:

- **формирование** у студентов системного подхода к решению технических задач выбора материалов, разработки новых материалов с заданными эксплуатационными свойствами;

- **изучение** способов получения, свойств современных электротехнических материалов, физических процессов, происходящих в них; обеспечения электрической изоляции электрооборудования и устройств в системах обеспечения движения поездов;

- **обучение** студентов навыкам работы с испытательной и измерительной аппаратурой.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

1. **Знать** способы получения, свойства современных материалов, влияние внешних факторов на их характеристики; особенности изоляции электрооборудования, условия применения материалов в устройствах систем обеспечения движения поездов.

2. **Уметь** использовать теоретические знания на практике для выбора и эффективного использования электротехнических материалов при техническом обслуживании систем обеспечения движения поездов.

3. **Владеть навыками** измерения и выбора методов и средств контроля свойств электроизоляционных материалов устройств в системах обеспечения движения поездов.

1. Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Таблица 1

№ темы	Название тем рабочей программы	Объем учебных часов						Рекомендуемая литература
		всего	том числе					
			лекции	практические занятия	семинары	лабораторные работы	СРС	
1	Основные понятия и определения	4	2	–	–	–	2	Л1, Л4
2	Конструкционные материалы	16	6	–	–	4	6	Л1, Л2, Л3, Д12
3	Магнитные материалы	16	6	–	–	2	8	Л4, Л5, Д6, Д8, Д11
4	Проводниковые материалы	8	2	–	–	2	4	Л4, Л5, Д6, Д8, Д11
5	Полупроводниковые материалы	8	2	–	–	2	4	Л4, Л5, Д7, Д11
6	Диэлектрики	30	10	–	–	4	16	Л4, Д9, Д10, Д11
7	Светотехнические материалы	4	2	–	–	–	2	Л4, Д10, Д11
8	Электроизоляционные конструкции	22	6	–	–	4	12	Л4, Д9, Д11
	ИТОГО:	108	36	–	–	18	54	

2. Содержание курса

Тема 1. Основные понятия и определения

Основные определения курса «Материаловедения» как науки, цели и задачи дисциплины. Классификация материалов. Типы твердых тел и их свойства, атомно-кристаллическое строение материалов. Классификация конструкционных и электротехнических материалов. Классификация материалов по их электрическим и магнитным свойствам. [1] с. 3–11, [4] с. 5–7.

Контрольные вопросы

- 1) Классификация веществ по их строению, основным свойствам и применению.
- 2) Классификация конструкционных материалов.
- 3) Классификация электротехнических материалов с точки зрения зонной теории твердого тела и по магнитным свойствам.

Тема 2. Конструкционные материалы

Структура материалов. Пластическая деформация. Основные механические свойства металлов и сплавов. Методы механических испытаний. Процесс кристаллизации и фазные превращения в сплавах. Основные типы диаграмм состояния. Диаграмма «железо – цементит». [1] с. 7–116, [2], [3] с. 5–144.

Основы термической обработки металлов. Закалка. Отпуск. Отжиг. Нормализация. Химико-термическая обработка металлов. Поверхностная закалка. Цементация. [1] с. 162–166, [2], [3] с. 156–165, 191–201.

Стали и чугуны. Классификация. Конструкционные стали. Маркировка. Применение. Чугуны. [1] с. 231–286, [2], [3] с. 156–201, 255–312.

Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе меди и алюминия. [1] с. 302–317, 357–473, [2], [3] с. 384–401, 406–417.

Конструкционные неметаллические материалы. Композиционные и полимерные материалы. [1] с. 382–469, [2], [3] с. 434–486.

Контрольные вопросы

- 1) Основные виды элементарных кристаллических решеток металлов.
- 2) Дефекты строения реальных кристаллов.
- 3) Что такое полиморфизм металлов?
- 4) Особенности методов механических испытаний материалов.
- 5) Виды металлических сплавов. Различия твердого раствора замещения и твердого раствора внедрения.
- 6) Особенности диаграмм состояния двойных сплавов.
- 7) Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.
- 8) Что является определяющим при делении железоуглеродистых сплавов на стали и чугуны?
- 9) Особенности основных видов термической обработки металлов.
- 10) Основные виды отжига сталей. В чем отличие нормализации от полного отжига?
- 11) Основные виды закалки сталей. Что такое поверхностная закалка?
- 12) Отличия цементации от цианирования.
- 13) Что такое диффузионная металлизация?
- 14) Как влияют примеси на свойства сталей?
- 15) Классификация и применение сталей?
- 16) Классификация и применение чугунов?
- 17) Назвать основные сплавы на основе меди и алюминия. В чем особенности их свойств и применения?

- 18) Особенности получения и применения композиционных материалов.
- 19) Назвать основные типы полимерных конструкционных материалов.

Тема 3. Магнитные материалы

Основные характеристики и классификация магнитных материалов. Ферромагнитные и ферримагнитные материалы. Кривая намагничивания. Явление магнитного гистерезиса и влияние различных факторов на их магнитные свойства материала. [4] с. 8–20, [5] с. 242–275.

Магнитомягкие материалы. Электротехнические стали. Пермаллой и альсиферы. Ферриты. Магнитные материалы с особыми свойствами. [4] с. 21–27, [5] с. 276–305.

Магнитотвердые сплавы и их характеристики. Применение магнитных материалов в устройствах систем обеспечения движения поездов. [4] с. 27–32, [5] с. 305–320.

Контрольные вопросы

- 1) Классификация материалов по их магнитным свойствам.
- 2) Различие строения и свойств ферромагнетиков и ферримагнетиков.
- 3) Основные свойства и характеристики магнитных материалов.
- 4) Основная кривая намагничивания и параметры, определяемые по ней.
- 5) Влияние температуры на основные свойства магнитных материалов.
- 6) Петля гистерезиса и характеристики материалов, определяемые по ней.
- 7) Основные виды потерь в магнитных материалах и способы их уменьшения.
- 8) Магнитомягкие материалы, свойства и область их применения.
- 9) Классификация и область применения электротехнических сталей.
- 10) Магнитные материалы с особыми свойствами и область их применения.
- 11) Магнитотвердые материалы, свойства и область их применения.
- 12) Применение ферритов и пермаллоев в устройствах систем обеспечения движения поездов.

Тема 4. Проводниковые материалы

Классификация и основные характеристики проводниковых материалов. Металлы высокой удельной проводимости и их применение. [4] с. 32–40, [5] с. 12–41.

Сплавы высокого удельного сопротивления и их применение. [4] с. 40–42, [5] с. 42–45.

Проводниковые материалы специального назначения. Композиционные и неметаллические проводники. [4] с. 42–48, [5] с. 99–117.

Сверхпроводники и криопроводники. [4] с. 48–53, [5] с. 68–99.

Применение проводниковых материалов в устройствах электрических железных дорог. [4] с. 39–48, [5] с. 99–135.

Контрольные вопросы

- 1) Классификация проводниковых материалов.
- 2) Основные свойства и характеристики проводников.
- 3) Указать основные материалы высокой удельной проводимости, их свойства и область применения.
- 4) Указать основные материалы с высоким удельным сопротивлением, их свойства и область применения.
- 5) Указать основные проводниковые материалы специального применения, их свойства и область применения.
- 6) Указать основные требования к контактному материалу.
- 7) Объяснить что такое фриттинг контактов, методы борьбы с ним.
- 8) Указать основные неметаллические проводниковые материалы, применяемые в электротехнике. Их достоинства и недостатки в сравнении с проводниковыми материалами.
- 9) Особенности явления сверхпроводимости.
- 10) Различия между сверхпроводниками и криопроводниками.

Тема 5. Полупроводниковые материалы

Основные свойства, классификация полупроводников.

Электропроводность полупроводников и влияние на нее различных факторов. [4] с. 55 –62, [5] с. 151–176.

Химические элементы и соединения, обладающие свойствами полупроводников. [4] с. 62 – 64, [5] с. 176–266.

Нелинейные сопротивления: варисторы, терморезисторы, фотосопротивления. Диоды, стабилитроны, транзисторы, тиристоры. Применение полупроводниковых элементов и приборов в оборудовании электрических железных дорог. [4] с. 64–68, [5] с. 192–240.

Контрольные вопросы

- 1) Особенность электропроводности полупроводников.
- 2) Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- 3) Полупроводники n-типа и p-типа. Способы определения типов полупроводников.
- 4) Особенности p-n перехода и его применение в технике.
- 5) Воздействия внешних факторов на электрические свойства полупроводников.
- 6) Виды полупроводниковых химических соединений, применяемых в технике.

- 7) Основные виды нелинейных полупроводниковых сопротивлений и области их применения.
- 8) Основные полупроводниковых приборы и области их применения.
- 9) Основные термоэлектрические эффекты.
- 10) Перспективные полупроводниковые материалы.

Тема 6. Диэлектрики

Основные свойства диэлектриков. Классификация диэлектриков.

Поляризация диэлектриков: Виды поляризации, диэлектрическая проницаемость и ее зависимость от различных факторов. [4] с. 68–72,

Электропроводность диэлектриков и виды электропроводности. [4] с. 79–83.

Диэлектрические потери. Схема замещения диэлектрика. Виды потерь в диэлектриках. Тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от величины и частоты приложенного напряжения, температуры и других факторов. Методы измерения диэлектрических потерь [4] с. 83–91,

Пробой диэлектриков. Электрическая прочность газов и влияние внешних факторов на пробивное напряжение. Виды разрядов в газах. Влияние неоднородности полей и формы напряжения на пробивное напряжение газов. Электрическая прочность жидких и твердых диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Поверхностный разряд. Частичный разряд. Многослойная изоляция. [4] с. 91–95

Физико-химические и механические характеристики диэлектриков. [4] с. 98–102.

Контрольные вопросы

- 1) Классификации диэлектриков (по строению, по виду поляризации, по агрегатному состоянию).
- 2) Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.
- 3) Зависимость диэлектрической проницаемости от внешних факторов.
- 4) Схемы замещения и векторные диаграммы нейтральных и полярных диэлектриков.
- 5) Особенности электропроводности жидких и твердых диэлектриков.
- 6) Основные виды потерь в диэлектриках и их зависимость от внешних факторов.
- 7) ВАХ воздушного промежутка.
- 8) Влияние давления и влажности на электрическую прочность воздуха.
- 9) Особенности электрического пробоя газообразных диэлектриков в неоднородных электрических полях.
- 10) Пробой в жидких диэлектриках и его особенности.
- 11) Виды пробоя твердых диэлектриков.
- 12) Основные механические свойства диэлектриков.
- 13) Основные физико-химические свойства диэлектриков.

- 14) Влажностные свойства диэлектриков.
- 15) Термические свойства диэлектриков. Нагревостойкость твердых диэлектриков.

Тема 7. Светотехнические материалы

Основные свойства и область применения. Классификация светотехнических материалов. Физические явления в светотехнических материалах. Отражающие, пропускающие, поглощающие, излучающие материалы. [4] с. 113–117.

Волоконные светотехнические материалы. Волоконно-оптические кабели и линии связи. [4] с. 123–125.

Контрольные вопросы

- 1) Классификация светотехнических материалов.
- 2) Основные свойства и область применения светотехнических материалов.
- 3) Физические процессы в светотехнических материалах.
- 4) Основные свойства и характеристики волоконно-оптических материалов.
- 5) Применение волоконно-оптических материалов.

Тема 8. Электроизоляционные конструкции

Характеристика основных электроизоляционных материалов, используемых на железнодорожном транспорте. [4] с. 102–113.

Внешняя и внутренняя изоляция электрооборудования. Координация изоляции.

Изоляторы: основные характеристики и типы. [4] с. 113–115.

Электрические силовые кабели. Силовые конденсаторы и их применение. Перенапряжения в электрических сетях низкого напряжения. Защита изоляции установок с помощью разрядников и ограничителей перенапряжения. Общие сведения о профилактических испытаниях электроизоляционных конструкций. [4] с. 102–113.

Контрольные вопросы

- 1) Определение электроизоляционной конструкции (ЭИК).
- 2) Классификация ЭИК.
- 3) Электроизоляционные материалы, применяемые на железнодорожном транспорте.
- 4) Состав и назначение электрических силовых кабелей. Отличия силовых проводниковых кабелей от ВОК.
- 5) Состав и назначение электрических силовых конденсаторов.
- 6) Типы изоляторов и их назначение.

- 7) Способы защиты низковольтных электроустановок от перенапряжений.
- 8) Основные методы профилактических испытаний изоляции.
- 9) Принцип координации изоляции.

3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении теоретического материала, редактировании конспектов лекций, подготовке к лабораторным занятиям, а также самостоятельное изучение некоторых вопросов курса и конспектирование по первоисточникам, выполнение реферативных и исследовательских работ.

Студентам следует посещать индивидуальные тематические консультации преподавателя, участвовать в обсуждении проблемных вопросов по указанным выше темам курса.

Для самостоятельного изучения и индивидуальной работы выносятся указанные ниже вопросы.

Тема 1. Основные понятия и определения

Изучение свойств и характеристик конструкционных материалов, их назначения и область применения на железнодорожном транспорте. Перспективы развития электротехнического материаловедения.

Тема 2. Конструкционные материалы

Изучение основных механических свойств и характеристик конструкционных материалов, методов механических испытаний (твердости, прочности, упругости и т.д.).

Подробное изучение диаграмм состояния различных типов сплавов.

Подробное изучение основных видов термической обработки и ХТО металлов.

Подробное изучение маркировки и применения конструкционных черных и цветных металлов и сплавов.

Подробное изучение свойств, применения и маркировки неметаллических конструкционных материалов.

Тема 3. Магнитные материалы

Изучение (более подробное) свойств магнитомягких и магнитотвердых материалов, применяемых на железнодорожном транспорте.

Тема 4. Проводниковые материалы

Более подробное изучение материалов специального назначения, композиционных и неметаллических проводников. Изучение сверхпроводников и криопроводников.

Тема 5. Полупроводниковые материалы

Изучение принципа действия и основных характеристик основных полупроводниковых приборов (диодов, стабилитронов, транзисторов, тиристоров, датчиков и т.д.), применение их на железнодорожном транспорте

Тема 6. Диэлектрики

Изучение основных свойств, характеристик и области применения наиболее широко применяемых газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Изучение основных свойств, характеристик и области применения активных диэлектриков.

Тема 7. Светотехнические материалы

Изучение свойств и характеристик стекол (органических и неорганических), металлов, лаков и эмалей, применяемых в качестве светотехнических материалов.

Тема 8 Электроизоляционные конструкции

Изучение свойств и характеристик основных электроизоляционных материалов: воздуха, природных и синтетических масел, фарфора, органических и неорганических стекол, резины, бумаги и картона, слюды, пластиков и др.

Изучение состава и назначения электрических кабелей, типов и назначения изоляторов. Изучение (более подробное) основных методов профилактических испытаний.

Подготовка к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине состоит из двух частей:

- теоретическая;
- практическая.

Форма теоретической части: тест по пройденному теоретическому материалу.

Форма практической части: защита выполненных лабораторных работ.

Таким образом, подготовка к промежуточной аттестации служит для повторения и лучшего осваивания изученного учебного материала.

4. Примерная тематика практических занятий

Практические занятия по учебной дисциплине не предусмотрены.

5. Перечень лабораторных работ

Определение твердости металлов методами Бринелля и Роквелла

В ходе лабораторной работы студенты знакомятся с экспрессными методами оценки качества металла. производят измерения твердости на приборах Бринелля и Роквелла. проводят сравнение твердости различных металлов, измеренных разными способами, используя специальные таблицы.

Определение механических свойств металлов при испытании на растяжение.

В ходе лабораторной работы студенты знакомятся с методикой испытания металлов на растяжение. Производят расчет механических свойств по диаграммам растяжения и параметрам испытанных образцов. Рассматривают влияние термической обработки на механические свойства металлов.

Определение свойств ферромагнитных материалов.

В ходе лабораторной работы студенты изучают осциллографический способ измерения основных характеристик ферромагнитных материалов и определяют магнитные характеристики наиболее распространенных магнитомягких материалов (электротехнической стали, пермаллоя и ферритов).

Исследование влияния внешних факторов на электропроводность полупроводников, их сплавов и соединений.

Лабораторная работа позволяет опытным путем изучить зависимость электропроводности полупроводниковых элементов (варистора, фотосопротивления) от воздействия внешних факторов: температуры, освещенности, а также снять вольтамперную характеристику варистора при различных температурах.

Исследование зависимости электрического сопротивления проводниковых материалов от температуры.

Лабораторная работа позволяет опытным путем изучить влияние температуры на электропроводность различных проводниковых и полупроводниковых материалов (константана, нихрома, углерода и медно-марганцевого сплава), а также научиться рассчитывать температурный коэффициент сопротивления материала.

Определение удельного электрического сопротивления твердых диэлектриков.

Лабораторная работа знакомит студентов с экспериментальным методом определения удельного поверхностного и объемного сопротивления твердого диэлектрика.

Диэлектрические потери и диэлектрическая проницаемость твердых диэлектриков.

Лабораторная работа знакомит студентов с мостовым методом измерения диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь твердых диэлектриков (гетинакс, текстолит, органическое стекло, эбонит) на низком напряжении различной частоты.

Определение основных свойств трансформаторного масла.

Лабораторная работа знакомит студентов с методами и устройствами определения основных диэлектрических свойств трансформаторного масла: вязкости, температуры вспышки, электрической прочности и напряжения пробоя.

Электрическая прочность воздуха.

Лабораторная работа знакомит студентов с установкой для получения высокого напряжения промышленной частоты, позволяет изучить влияние на дав-

ления и влажности на электрическую прочность воздуха, исследовать зависимость электрической прочности от неоднородности электрического поля.

Электрическая прочность твердых диэлектриков при переменном напряжении промышленной частоты.

Лабораторная работа знакомит студентов с методикой испытания твердых диэлектриков на электрическую прочность, видами пробоя.

Исследование нелинейных вентильных разрядников.

Лабораторная работа знакомит студентов с принципом действия вентильного разрядника, опытным путем получить вольтамперную характеристику действия вентильного разрядника.

6. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе в рамках курса кроме лекций и лабораторных работ предусматривается использование активных форм проведения занятий:

разбор конкретных ситуаций,

обсуждение докладов учащихся, по выполненной самостоятельной работе (реферативного типа),

встречи со специалистами.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Таблица 2

Результаты освоения дисциплины	Формы контроля				
	Текущий контроль лекционного материала и материала СРС	Защита отчетов по лаб. работам	Защита индивид. дом. заданий (реферата, доклада)	Тестирование	Экзамен (дифф. зачет)
Знать способы получения, свойства современных материалов, влияние внешних факторов на их характеристики; особенности изоляции низковольтного оборудования	*	*	*	*	*
Уметь использовать теоретические знания на	*	*	*	*	*

практике					
Владеть навыком измерения и выбора методов и средств контроля свойств электроизоляционных материалов		*			*

Для тестирования студентов используются базы тестовых материалов сайта i-exam.ru по дисциплине «Материаловедение»

8. Примерные вопросы к зачету

Тема 1. Основные понятия и определения

- 1) Строение твердых тел.
- 2) Свойства аморфных и кристаллических веществ.
- 3) Классификация материалов по свойствам и применению.
- 4) Конструкционные материалы.
- 5) Классификация электротехнических материалов.
- 6) Электропроводность материалов.
- 7) Классификация материалов по магнитным свойствам.

Тема 2. Основы технологии конструкционных материалов

- 1) Пластическая деформация и основные механические свойства металлов и сплавов.
- 2) Дефекты строения реальных кристаллов.
- 3) Основные методы механических испытаний.
- 4) Процесс кристаллизации и фазные превращения в сплавах.
- 5) Основные типы диаграмм состояния. Особенности диаграмм состояния двойных сплавов.
- 6) Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.
- 7) Диаграмма «железо – цементит».
- 8) Закалка. Основные виды закалки сталей. Отпуск.
- 9) Отжиг. Основные виды отжига. Нормализация.
- 10) Химико-термическая обработка металлов.
- 11) Поверхностная закалка.
- 12) Цементация, цианирование, азотирование, диффузионная металлизация.
- 13) Классификация сталей.
- 14) Влияние примесей на свойства сталей.
- 15) Конструкционные стали. Маркировка. Применение.
- 16) Чугуны. Маркировка. Применение.
- 17) Цветные металлы и сплавы.
- 18) Сплавы на основе меди.

- 19) Сплавы на основе алюминия.
- 20) Конструкционные композиционные материалы.
- 21) Основные типы полимерных конструкционных материалов.

Тема 3. Магнитные материалы

- 1) Природа возникновения магнитных свойств материалов. Ферромагнетики и ферримагнетики.
 - 2) Магнитная проницаемость магнитных материалов. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры, от напряженности внешнего магнитного поля.
 - 3) Кривые намагничивания магнитных материалов $B = f(H)$.
 - 4) Осциллографический способ снятия петли гистерезиса магнитных материалов.
 - 5) Петля гистерезиса магнитных материалов и ее основные параметры.
 - 6) Потери в магнитных материалах. Классификация магнитных потерь.
 - 7) Практическая классификация магнитных материалов.
 - 8) Магнитомягкие материалы. Основные свойства. Область применения.
- Примеры магнитомягких материалов.
- 9) Магнитотвердые материалы. Основные свойства. Область применения. Примеры магнитотвердых материалов.
 - 10) Электротехнические стали.
 - 11) Пермаллой и их применение.
 - 12) Ферриты. Особенности их свойств и применение.
 - 13) Магнитные материалы с особыми свойствами.
 - 14) Магниты на основе редкоземельных материалов (РЗМ).

Тема 4. Проводниковые материалы

- 1) Классификация и свойства проводниковых материалов.
- 2) Металлы – основные проводниковые материалы. Электропроводность металлов.
- 3) Основные физические свойства проводников (удельное электрическое сопротивление, проводимость термо-ЭДС и т.д.).
- 4) Контактная разность потенциалов. Явление возникновения термо-эдс.
- 5) Явление сверхпроводимости.
- 6) Сверхпроводники и криопроводники.
- 7) Материалы высокой удельной проводимости.
- 8) Сплавы высокого удельного сопротивления.
- 9) Медь и ее сплавы. Свойства. Область применения
- 10) Алюминий и его сплавы. Свойства. Область применения.
- 11) Особенности работы проводников в контактном режиме.
- 12) Проводниковые материалы специального назначения.
- 13) Композиционные проводники.
- 14) Неметаллические проводниковые материалы.

Тема 5. Полупроводниковые материалы

- 1) Полупроводники. Их классификация и свойства.
- 2) Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- 3) Полупроводники р-типа, п-типа. Способы определения типа полупроводников.
- 4) Кремний и его применение в полупроводниковой технике.
- 5) Зависимость электропроводности полупроводниковых элементов от внешних факторов (температуры, освещения и тд.).
- 6) Типы нелинейных сопротивлений. Принципы и работы. Область их применения.
- 7) Полупроводниковые фотоэлементы. Принцип работы. Область применения.
- 8) ЭДС Холла. Датчики Холла. Принцип и область их применения.
- 9) Термо-ЭДС в полупроводниках и ее практическое значение.
- 10) Варисторы. Принцип работы. Область применения.
- 11) Основные химические элементы и соединения, обладающие свойствами полупроводников. Их применение на транспорте.
- 12) Выпрямительный эффект и его практическое применение.

Тема 6. Диэлектрики

- 1) Классификация диэлектриков.
- 2) Поляризация диэлектрика. Физическая сущность абсолютной и относительной диэлектрической проницаемости.
- 3) Особенности спонтанной поляризации.
- 4) неполярные диэлектрики. Механизм их поляризации. Схема замещения и виды поляризации нейтрального диэлектрика.
- 5) Полярные диэлектрики. Схема замещения и виды поляризации. Дипольно-релаксационная поляризация.
- 6) Проводимость газообразных диэлектриков. ВАХ воздушного промежутка.
- 7) Особенности электропроводности жидких диэлектриков.
- 8) Особенности электропроводности твердых диэлектриков.
- 9) Векторная диаграмма токов нейтрального и полярного диэлектрика.
- 10) Распределение электрического поля в многослойном диэлектрике.
- 11) Диэлектрические потери в диэлектриках Тангенс угла диэлектрических потерь.
- 12) Виды диэлектрических потерь.
- 13) Электрическая прочность диэлектриков.
- 14) Электрическая прочность воздуха. Влияние внешних факторов на электрическую прочность воздуха.
- 15) Особенности пробоя газообразных диэлектриков в неоднородном поле.
- 16) Особенности пробоя жидких диэлектриков.
- 17) Виды пробоя твердых диэлектриков.

18) Электрический пробой в твердом диэлектрике. Вольт-секундная характеристика.

19) Тепловой пробой твердых диэлектриков.

20) Тепловые свойства диэлектриков (нагревостойкость, морозостойкость).

21) Понятие частичных разрядов. Напряжение ионизации.

22) Методы оценки степени увлажнения твердой изоляции.

23) Механические свойства диэлектриков.

24) Физико-химические свойства диэлектриков.

25) Влажностные свойства твердых диэлектриков (влагопоглощение, гигроскопичность, смачиваемость, гидрофобность).

26) Термические свойства диэлектриков (нагревостойкость, морозостойкость, тропикостойкость).

Тема 7. Светотехнические материалы

1) Физические процессы в светотехнических материалах

2) Светотехнические характеристики материалов.

3) Классификация светотехнических материалов. Измерение их основных характеристик.

4) Практическое применение светотехнических материалов в устройствах железнодорожного транспорта.

Тема 8. Электроизоляционные конструкции

1) Определение электроизоляционных конструкций (ЭИК). Классификация ЭИК.

2) Основные газообразные электроизоляционные материалы, используемые на железнодорожном транспорте.

3) Основные жидкие электроизоляционные материалы, используемые на железнодорожном транспорте.

4) Основные твердые электроизоляционные материалы, используемые на железнодорожном транспорте.

5) Изоляторы. Их строение, свойства и область применения.

6) Силовые конденсаторы.

7) Силовые кабели.

8) Изоляция электрических машин и аппаратов.

9) Профилактические испытания изоляции.

10) Основные методы неразрушающего контроля изоляции.

9. Понятийно-терминологический словарь курса

Акцептор (акцепторная примесь) – примесь полупроводникового химического элемента, забирающего электроны при образовании валентных связей.

Аллотропия (или Полиморфизм) – способность образовывать несколько типов кристаллических структур.

Анизотропия – различие свойств в кристалле в зависимости от пространственного направления испытания или внешнего воздействия.

(Анизотропией для сильномагнитных материалов называется зависимость магнитных свойств материала в различных направлениях намагничивания).

Антиферромагнетики – вещества, характеризующиеся антиферромагнитным атомным порядком, возникающим из-за антипараллельной ориентации одинаковых атомов или ионов кристаллической решетки.

Аустенит (А) – твердый раствор внедрения углерода в γ -железе.

Биметалл – сплав двух проводниковых металлов.

Бронза – сплав меди с другим металлом: оловом, кремнием, фосфором, бериллием, магнием, кадмием, хромом и пр.

Варистор – нелинейное полупроводниковое сопротивление с резкой зависимостью сопротивления от приложенного напряжения.

ВАХ – вольтамперная характеристика (зависимость силы тока от приложенного напряжения).

Возврат – частичное восстановление совершенства кристаллической структуры и свойств деформированных металлов или сплавов при их нагреве ниже температуры рекристаллизации.

ВОК – волоконно-оптический кабель.

ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи.

Горячая деформация — деформирование, протекающее при температурах выше температуры рекристаллизации.

Вырожденный полупроводник - полупроводник, у которого энергия ионизации (активации) примеси равна нулю.

Двухфазная область – область в которой одновременно существуют расплав и кристаллы твердого раствора. Верхнюю границу этой области называют **линией ликвидус** («ликвидус» - жидкий), а нижнюю – **линией солидус** («солидус» - твердый).

Дефект – отклонение от идеального периодического строения кристаллического тела.

Диполь – совокупность двух точечных электрических зарядов, равных по величине и противоположных по знаку, находящихся на некотором расстоянии друг от друга.

Диэлектрик – электротехнический материал, с высоким удельным сопротивлением, обладающей способностью поляризоваться под действием внешнего электрического поля.

Диэлектрическая проницаемость (ϵ) – Величина, показывающая во сколько раз взаимодействие электрических зарядов в среде (диэлектрике) меньше, чем в вакууме.

Домен (магнитный) – макроскопическая область с самопроизвольной (спонтанной) намагниченностью, в пределах которой магнитные моменты параллельны друг другу.

Донор (донорная примесь) – полупроводникового химического элемента, отдающая электроны при образовании валентных связей.

Диамagnetик – вещество с магнитной проницаемостью меньше единицы ($\mu_r < 1$), значение которой не зависит от внешнего магнитного поля.

Дуга (дуговой разряд) – возникновение устойчивого самостоятельного разряда в диэлектрике за счет термоионизации.

Гигроскопичность – свойство диэлектрика впитывать влагу из окружающей среды.

Износостойкость – способность материала сопротивляться износу.

Контакт (электрический) – место соединения двух проводников с помощью пайки, сварки, болтового и другого соединения.

Корона (коронный разряд) – ионизация диэлектрика в небольшой области вблизи электрода, возникающая в резко неоднородных электрических полях.

Композиционный материал – материал, состоящий из двух или более компонентов, химически не связанных между собой, но в итоге изменяющих параметры материала в целом по сравнению с параметрами каждого из компонентов.

Компоненты сплава – это элементы или химические соединения, образующие сплав.

Коэрцитивная сила (H_c) – величина напряженности внешнего магнитного поля, которую требуется приложить к намагниченному материалу, чтобы его полностью размагнитить.

Кривая намагничивания – зависимость индукции от напряженности внешнего магнитного поля.

Кристаллизация – переход из жидкого состояния в твердое состояние.

Критические точки – температуры, при которых изменяется строение металлов и сплавов.

Латунь – сплав меди с цинком.

Ледебурит (Л) – механическая смесь (эвтектика) аустенита и цементита, содержащая 4,3% углерода.

Магнитная индукция (B) – силовая характеристика магнитного поля, численно равная силе, действующей на единицу длины проводника, расположенного перпендикулярно к направлению магнитного поля, по которому течет ток единичной силы.

Магнитная текстура – резко выраженная анизотропия у магнитного материала.

Магнитный гистерезис – неоднозначная зависимость магнитной индукции магнитного материала от напряженности внешнего магнитного поля при его квазистатическом изменении.

Магнитострикция – явление изменения формы и размеров кристаллов ферромагнитных материалов при намагничивании.

Наклеп – изменение структуры и свойств металлов и сплавов в результате холодной пластической деформации.

Напряженность магнитного поля – векторная величина, характеризующая магнитное поле, созданное движущимися зарядами и токами, и не зависящая от магнитных свойств материала.

Нихром – материал с высоким удельным сопротивлением, используемый для изготовления нагревательных элементов и приборов (сплав никеля и хрома).

НЭ – нелинейный полупроводниковый элемент.

Остаточная индукция (B_r) – индукция магнитного поля на обратном ходе петли гистерезиса при нулевой напряженности магнитного поля.

Относительная магнитная проницаемость (μ_r) – отношение индукции к напряженности магнитного поля в данной точке кривой намагничивания с учетом магнитной постоянной, равной $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Парамагнетик – вещество с некомпенсированными магнитными моментами и отсутствием магнитного атомного порядка.

Парамагнетик – вещество с магнитной проницаемостью больше единицы ($\mu_r \geq 1$), не зависящей от внешнего магнитного поля.

Пермаллой – магнитомягкий материал с высоким значением магнитной проницаемости, представляющий собой сплав никеля и железа.

Перекрытие по поверхности – пробой воздуха, пыли или газов, окружающих твердый диэлектрик.

Перенапряжение – превышение напряжения электроустановки выше рабочего (номинального), являющееся опасным для изоляции.

Петля гистерезиса – это замкнутая кривая, выражающая зависимость магнитной индукции материала от амплитуды напряженности магнитного поля при периодическом достаточно медленном изменении последнего.

Перлит (П) – механическая смесь феррита и цементита, содержащая 0,8% углерода (эвтектоид, т. е. подобный эвтектике, но образующийся из твердой фазы).

Пластмассы (пластики) – большая группа диэлектрических материалов, состоящих в большинстве случаев, из двух основных компонентов: связующего и наполнителя, и обладающие хорошими изоляционными и механическими свойствами.

Пластическая деформация – необратимое изменение формы или размеров тела без его разрушения

Пластичность – свойство материала необратимо изменять свои форму и размеры под действием внешней нагрузки.

Полупроводник – электротехнический материал, занимающий промежуточное положение между проводниками и диэлектриками, у которого удельное сопротивление имеет значение $10^{-6} - 10^{+9}$ Ом·м.

Полупроводник n-типа – полупроводник с электронной проводимостью.

Полупроводник p-типа – полупроводник с дырочной проводимостью.

Поляризация – ограниченное смещение связанных зарядов или ориентация дипольных молекул диэлектрика под действием внешнего электрического поля.

Пробой диэлектрика – потеря диэлектриком своих основных электрических свойств.

Пробивное напряжение – значение напряжения, при котором происходит пробой диэлектрика.

Проводник – электротехнический материал с высокой удельной проводимостью (малым удельным сопротивлением).

Прочность – способность материала сопротивляться разрушению или появлению остаточных деформаций

Разрядник – устройство для защиты изоляции от перенапряжений.

Рекристаллизация – процесс зарождения и роста новых зерен в деформированном поликристаллическом металле или сплаве, приводящий к повышению структурного совершенства и восстановлению свойств до уровня недеформированного состояния.

САП (спеченный алюминиевый порошок) – дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе алюминия.

Сверхпроводимость – явление обращения электрического сопротивления в нуль при температурах близких к абсолютному нулю.

Сплав – твердый металлический материал, который состоит из нескольких химических элементов и обладает основными металлическими свойствами.

Стали – это деформируемые сплавы железа с углеродом (до 2,14% углерода), а также с другими элементами.

Старение изоляции – ухудшение изоляционных свойств под воздействием внешних факторов в процессе эксплуатации.

Стример – узкий токопроводящий канал, образующийся в предпробойных стадиях разрядов в воздухе (например, молния).

Твердость – способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого материала.

Тепловой пробой твердого диэлектрика – потеря изоляционных свойств за счет нарушения в условиях эксплуатации теплового равновесия и лавинообразной термоионизации.

Термическая обработка (ТО) – процесс изменения в заданном направлении структуры и свойств деталей из металлов и сплавов путем теплового воздействия. **Собственная термообработка** заключается только в термическом воздействии на металл или сплав. **Химико-термическая обработка (ХТО)** заключается в сочетании термического и химического воздействия на поверхность. **Термомеханическая обработка** заключается в сочетании термического воздействия и пластической деформации.

Термоэлектродвижущая сила – разность потенциалов, появляющаяся на концах разомкнутой электрической цепи, состоящей из двух различных проводников или полупроводников, контакты которых находятся при различных температурах.

ТК_p – температурный коэффициент удельного сопротивления.

Твердые растворы – фазы, в которых один из компонентов (растворитель) сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы другого компонента (примесь) располагаются в ней, изменяя размеры и свойства.

Ударная вязкость – характеристика материала, соответствующая отношению работы разрушения при ударном изгибе образца к начальной площади его конечного сечения в плоскости излома.

Удельное электрическое сопротивление (ρ) – величина, равная отношению модуля напряженности электрического поля к модулю плотности тока.

Удельная электрическая проводимость (γ) – величина обратная удельному электрическому сопротивлению.

Упругость – способность тел восстанавливать свою форму и объем или только объем после прекращения действия внешних сил.

Ферромагнетик – вещество, в которого в отсутствие внешнего магнитного поля при температуре ниже температуры Кюри наблюдается магнитная упорядоченность, соответствующая параллельному расположению спинов в доменах.

Ферримагнетик – вещество с нескомпенсированным антиферромагнетизмом.

Феррит (Φ) – твердый раствор внедрения углерода в α -железе.

Холодная деформация – деформирование без предварительного нагрева материала или деформирование при температурах, не превышающих температуры рекристаллизации (тепловое деформирование).

ЧР (частичные разряды) – пробой газовых включений или локальный пробой малых объемов твердого или жидкого диэлектрика, не вызывающий сквозного пробоя.

Чугуны – это сплавы железа с углеродом (свыше 2,14%), содержащие постоянные примеси марганца, кремния, фосфора и серы, а также при необходимости легирующие элементы.

Цементит (Ψ) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа Fe_3C). В цементите содержится 6,67% углерода.

Эвтектика – механическая смесь двух (или более) видов кристаллов, одновременно кристаллизующихся из жидкого сплава.

ЭИК – электроизоляционная конструкция – электрический барьер между разнопотенциальными электродами, обеспечиваемый с помощью диэлектриков.

Электрическая прочность – значение напряженности внешнего однородного электрического поля, при котором происходит пробой диэлектрика.

Электрический пробой – потеря изоляционных свойств диэлектрического материала при превышении приложенного напряжения выше допустимого значения.

Электрический пробой – разрушение диэлектрика, обусловленное ударной ионизацией электронами или разрывом связей между атомами, ионами или молекулами.

Энергия ионизации (активации) – это энергия, необходимая для отрыва наиболее слабо связанного электрона от атома.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература:

1. *Гуляев А.П., А.А. Гуляев* Металловедение. Учебник для вузов/ А.П.Гуляев, А.А. Гуляев.- 7-е перераб. и доп. – М.: Альянс, 2011.-643с.
2. *Лахтин. Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение. Учебник для вузов 6- е изд. - М.:ООО «Издательский дом Альянс» , 2011. - 528 с.
3. *Лахтин. Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение. Учебник для вузов 5- е изд. - М.:ООО «Издательский дом Альянс», 2009. - 528 с.
4. *Никитина Е. П., Санникова Е. П.* Материаловедение. Конспект лекций – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – 128 с.
[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2108.pdf]
5. *Серебряков А.С.* Электротехническое материаловедение. Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы: Учеб. пособие для вузов ж.д. транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 372 с.

10.2. Дополнительная литература:

6. *Алиев И.И.* Электротехнические материалы и изделия. Справочник – М.: Радиософт, 2000. – 352 с.
7. *Алиев И.И.* Электротехнические материалы и изделия. Справочник 3-е изд.– М.: Радиософт, 2004. – 352 с.
8. *Алиев И.И. , Калганова С.Г.* Электротехнические материалы и изделия. Справочник – М.: Радиософт, 2005. – 352 с.
9. *Ройзен О.Г.* Техника высоких напряжений. Учебное иллюстрированное пособие. М.: Маршрут, 2005. – 39 с.
10. *Серебряков А.С.* Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы. Пособие для вузов. – М.: Маршрут, 2005. – 202 с.
11. *Сухогузов А.П., Косяков А.А., Никитина Е.П.* Материаловедение и техника высоких напряжений. Лабораторный практикум. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008 – 90 с.
12. *Кирель Л.А., Михайлова Н.А., Михайлова О.М.* Механические испытания металлов. Сборник методических руководств к лабораторным работам по материаловедению часть 1 – Екатеринбург, УрГУПС, 2004. – 41 с.

10.3. Интернет ресурс.

15. <https://www.usurt.ru>

Информационное обеспечение дисциплины включает в себя:

- презентации по вышеуказанным темам дисциплины;

- комплект тестовых заданий для контрольного теста по теме «Проводники, полупроводники и магнитные материалы»;
- комплект тестовых заданий для контрольного теста по теме «Диэлектрики»;
- комплект тестовых заданий для контрольного теста по теме «Технология конструкционных материалов».

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы по дисциплине проводятся в специализированных лабораториях (ауд. Б1 – 25, Б1 – 29), оборудованных необходимыми лабораторными установками и стендами с макетами, позволяющими глубже усвоить изучаемый учебный материал, и привить практические навыки работы с устройствами низкого и высокого напряжения.

Материально-техническое обеспечение дисциплины также включает в себя:

- плакаты по технике безопасности при выполнении лабораторных работ;
- плакаты по и оборудование по технике пожарной безопасности

12. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ на 20___ / 20___ учебный год

По дисциплине «Материаловедение» для направления подготовки 190901.65
«Системы обеспечения движения поездов»

Основание:

(итоги ежегодного рассмотрения на кафедре, внесение изменений в учебный план, введение нового учебного плана, введение новой типовой учебной программы, иные причины – указать, какие)

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Дополнения и изменения внесены на заседании кафедры «Электрические машины» протокол № ___ от _____ 20___ г.

Автор рабочей программы:

Зав. кафедрой:

Декан электротехнического факультета:

Никитина Е. П.

Бунзя А. В.

Башуров В. В.

Приложение 1

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы и формы отчетности

Вид самостоятельной работы	Названия разделов или тем рабочей программы	Объем, ч.	Форма Отчетности
Изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельную работу	1) Основные понятия и определения	2	Текущий контроль Тестирование
	2) Конструкционные материалы	6	
	3) Магнитные материалы	8	
	4) Проводниковые материалы	4	
	5) Полупроводниковые материалы	4	
	6) Диэлектрики	16	
	7) Светотехнические материалы	2	
	8) Электроизоляционные конструкции	12	
	9)		
Изучение лекционного материала			Текущий контроль
Подготовка: к контр. работам, к выполнению и защите лаб. работ, выполнение соответствующих разделов комплексных курсовых проектов или работ			Текущий контроль Тестирование
Подготовка к экзамену	Все темы рабочей программы		Дифф. зачет
Итого:		54	

Приложение 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Организация текущего контроля

Вид занятий	Номер контр. точки	Темы рабочей программы, подлежащие контролю							Методы и способы контроля	Сроки проведения	Максимальный балл	Всего баллов по виду занятий
		1	2	3	4	5	6	7				
1	2	3							4	5	6	7
Лекции	Л-1		*	*	*				Тестирование	6 нед.	20	40
	Л-2					*	*	*	Тестирование	17 нед.	20	
Лабораторные работы	ЛР-1	*		*					Защита лаб. работ	10 нед.	20	40
	ЛР -2		*				*		Защита лаб. работ	16 нед.	20	
Самостоятельная работа	С-1	*	*	*	*	*	*		Работа над рефератом	8 –16 нед.	15	20
	С-2	*	*	*	*	*	*	*	Защита реферата	17 нед.	5	
ИТОГО:												100

2. График текущего контроля

Вид занятий	Номер недели																		Всего часов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Лекции							4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
											Л-1						Л-2		
Практические занятия																			–
																			–
Лабораторные работы							2	2	2		2	2	2	2	2	2			
										С-1							С-2		18
Самостоятельная работа									2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	
																			54
Групповые консультации																			
											Рейтин- говая неделя							Рейтин- говая неделя	
Итого:																			108