

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Горных машин и электромеханических систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №10 от 27 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СИЛОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Электрификация и автоматизация горного производства

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Долгих Евгений
Сергеевич
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Храмовских Виталий
Александрович
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Силовая преобразовательная техника» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-3 Способность осуществлять комплекс организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасной эксплуата-ции систем электро-снабжения горнодобывающих предприятий	ПКС-3.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-3.4	Правильно подбирает, рассчитывает и настраивает элементы преобразования электроэнергии	Знать - свойства, статические и динамические характеристики силовых полупроводниковых приборов, область их использования; - устройство и принцип работы типовых силовых полупроводниковых преобразователей, назначение основных их элементов; - принцип действия и основные схемы управляемых выпрямителей и инверторов, усилительных и импульсных устройств; - принципы управления и построения систем управления типовыми полупроводниковыми преобразователями. Уметь - использовать физические основы электроники и ее элементов для построения систем автоматического управления электротехническими комплексами; - правильно выбирать электронные приборы и основные элементы преобразователей; объяснять принципы действия регулируемых источников

		электропитания горных машин и комплексов, основных усилительных и импульсных устройств; - производить технический осмотр и первоначальную наладку полупроводниковых преобразователей. Владеть - инструментарием и методами анализа электромагнитных явлений в полупроводниковых преобразователях; - методами расчѐта и выбора элементов силовой электроники, в том числе по критерию безопасной эксплуатации в условиях горных предприятий. - методами выбора силовых электронных устройств, применяемых в горных машинах и комплексах.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Силовая преобразовательная техника» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Математика», «Теоретические основы электротехники и электроники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория электропривода», «Автоматизация электромеханических систем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 5	Учебный год № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	14	2	12
лекции	8	2	6
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	6	0	6

Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	90	34	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Силовые диоды. Силовые тиристоры.	1	2					1	2	Контрольн ая работа
2	Запираемые тиристоры. Силовые транзисторы.	2						1	4	Контрольн ая работа
3	Характеристики управляющего электрода. Гальваническая развязка.	3						1	5	Контрольн ая работа
4	Тиристорные элементы силовой части	4						1	4	Контрольн ая работа
5	Комплектные тиристорные устройства	5						1	5	Контрольн ая работа
6	Работа силовых схем управляемых и неуправляемых выпрямителей	6						1	5	Контрольн ая работа
7	Системы импульсно- фазового управления	7						1	4	Контрольн ая работа
8	Работа выпрямителя на индуктивную нагрузку	8						1	5	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Инверторный режим работы выпрямителей	1	1					1	5	Контрольн ая работа
2	Согласующие трансформаторы и реакторы	2	1					1	4	Контрольн ая работа
3	Защиты управляемых выпрямителей	3	1					1	5	Контрольн ая работа
4	Принцип импульсного регулирования напряжения	4	1					1	5	Контрольн ая работа
5	Коммутация тока в силовых схемах выпрямления	5	1					1	5	Контрольн ая работа
6	Тиристорные импульсные преобразователи	6	1			1	2	1, 2	11	Контрольн ая работа
7	Транзисторные импульсные преобразователи	7				2	2	1, 2	11	Контрольн ая работа
8	Принцип работы трёхфазных инверторов	8				3	2	1, 2	10	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		6				6		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Силовые диоды. Силовые тиристоры.	Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электропривода выполняют функцию регулирования скорости и момента электрического двигателя. Они включены между двигателем и основным источником питания.
2	Запираемые тиристоры. Силовые транзисторы.	Структура запираемого тиристора (GTO) в области анода и катода со-стоит из большого числа технологических элементов, представляющих отдельные тиристоры, включенные параллельно, в результате чего он приобретает способность выключаться по управляющему электроду.
3	Характеристики управляющего электрода. Гальваническая развязка.	Для того чтобы перевести тиристор в открытое состояние, на его управляющий электрод необходимо подать сигнал определенной амплитуды, длительности и полярности. При этом амплитуда и длительность управляющего импульса ограничиваются с верху и снизу рядом требований. Для большинства преобразователей

		потенциал силовых цепей относительно земли значительно выше потенциала цепей управления. Для упрощения конструкции изделия и обеспечения безопасности обслуживания устанавливают узлы потенциального разделения главных цепей и цепей управления.
4	Тиристорные элементы силовой части	В настоящее время существует большое число различных схем, позволяющих коммутировать статарные или роторные цепи двигателей (производить его подключение к сети или отключение) и регулировать подводимое к двигателю напряжение. Основными коммутирующими тиристорными элементами силовой части являются: симметричный тиристорный элемент (СТЭ), состоящий из двух встречно-параллельно включенных тиристоров; симистор, аналог СТЭ, но с одним каналом управления, тиристорно-диодный элемент (ТДЭ); треугольный тиристорный элемент (ТТЭ); транзисторный (тиристорный) короткозамыкатель (ТКЗ).
5	Комплектные тиристорные устройства	Работу силовых схем тиристорных регуляторов напряжения можно рассмотреть на примере комплектных тиристорных устройств серии КТУ. Комплектные тиристорные устройства для управления асинхронными двигателями имеют четыре основных исполнения: КТУ-1, КТУ-2, КТУ-3, КТУ-4. Вторая цифра после первой означает вариант исполнения.
6	Работа силовых схем управляемых и неуправляемых выпрямителей	Основные схемы выпрямления. Трехфазная схема выпрямления с нулевой точкой. Трехфазная мостовая схема выпрямления. Двухмостовые схемы выпрямления.
7	Системы импульсно-фазового управления	Управление выпрямителями производится изменением моментов (фазы) отпирания тиристоров относительно точек естественной коммутации на кривых питающего напряжения. Этот интервал принято называть углом запаздывания или управления. Как правило, управление тиристорами осуществляется импульсами определенной длительности. Вследствие этого системы управления выпрямителями называются системами импульсно-фазового управления (СИФУ).
8	Работа выпрямителя на индуктивную нагрузку	Процессы в схеме управляемого выпрямителя при работе его на индуктивную нагрузку отличаются от процессов при работе на активную нагрузку. Появляются участки отрицательного напряжения. Это явление объясняется тем, что в указанных интервалах времени ток через нагрузку проходит под действием положительной ЭДС

		самоиндукции, возникающей в индуктивности L_d в процессе самого небольшого уменьшения анодного тока, которая компенсирует отрицательное напряжение u_2 и омическое падение напряжения Δu_a в анодной цепи выпрямителя.
--	--	--

Учебный год № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Инверторный режим работы выпрямителей	Инвертор служит для преобразования постоянного тока в переменный. При работе преобразователя в инверторном режиме энергия из цепи нагрузки передается в питающую сеть, т. е. в противоположном направлении по сравнению с выпрямительным режимом. Поэтому при инвертировании ток и эдс обмотки трансформатора направлены встречно, а при выпрямлении – согласно.
2	Согласующие трансформаторы и реакторы	Согласующие трансформаторы выполняют следующие функции: 1. Согласование напряжения сети с номинальным напряжением нагрузки с целью обеспечения работы преобразователя с максимально возможным коэффициентом мощности. 2. Ограничение величины аварийных токов, а также скорости их нарастания. 3. Уменьшения влияния работы преобразователя на сеть.
3	Защиты управляемых выпрямителей	В тиристорных преобразователях различают следующие наиболее характерные аварийные режимы: перегрузка по току; внешнее короткое замыкание (КЗ); внутреннее короткое замыкание, вызванное пробоем вентиля; нарушения в системе управления; опрокидывание инвертора при токовых перегрузках или нарушениях в системе управления.
4	Принцип импульсного регулирования напряжения	Импульсные преобразователи служат для преобразования постоянного напряжения сети в постоянное регулируемое напряжение на нагрузке. Принцип их действия заключается в попеременном включении и отключении нагрузки к сети постоянного тока, реализуя тем самым импульсное регулирование напряжения.
5	Коммутация тока в силовых схемах выпрямления	В мощных выпрямителях индуктивности рассеяния обмоток трансформатора оказывают значительное влияние на работу схемы, в то время как влиянием сопротивлений обмоток трансформатора и падением напряжения в вентильях можно пренебречь. Наличие в контуре коммутации индуктивности L_a приводит к тому, что переход тока i_d от одного вентиля к другому происходит не мгновенно, как при активных

		сопротивлениях в анодных цепях вентилей, а в течение некоторого промежутка времени, которое измеряется в угловых единицах и называется углом коммутации γ .
6	Тиристорные импульсные преобразователи	Основные схемы импульсных преобразователей. Одноквadrантная, для двигательного режима. Одноквadrантная, для режима рекуперативного торможения. Двухквadrантная с реверсом тока. Четырехквadrантная.
7	Транзисторные импульсные преобразователи	В настоящее время на смену импульсным преобразователям на тиристорах, приходят преобразователи, в силовых цепях которых используются полностью управляемые полупроводниковые приборы, такие как запираемые тиристоры (GTO-тиристоры), MOSFET-транзисторы, IGBT-транзисторы. Это позволяет существенно упростить схему преобразователя, исключив из нее цепи принудительной (искусственной) коммутации.
8	Принцип работы трёхфазных инверторов	В современных системах электропривода переменного тока практически повсеместно в качестве силовых регуляторов используются транзисторные автономные инверторы напряжения, содержащие шесть транзисторов с обратными диодами и собранные по трехфазной мостовой схеме.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Изучение работы схем тиристорных импульсных преобразователей.	2
2	Имитационное моделирование транзисторного импульсного преобразователя.	2
3	Имитационное моделирование трехфазного инвертора.	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	34

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	38
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, презентация

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Леоненко А. С. Силовая преобразовательная техника : учебное пособие / А. С. Леоненко, 2012. - 263 с.
2. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2013. - 442 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Леоненко А. С. Силовая преобразовательная техника : учебное пособие / А. С. Леоненко, 2012. - 263 с.
2. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2013. - 442 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 5 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа проводится письменно по вариантам (в течении 10 минут на лекции). Подготовка к контрольной работе производится в часы самостоятельной работы по материалам лекций (выложенных в общий доступ), основной и дополнительной литературы.

Критерии оценивания.

Оценка формируется исходя из пятибалльной шкалы. Не своевременная сдача контрольной работы снижает оценку на 1 балл. Оценивается правильность и полнота ответа.

6.1.2 учебный год 6 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа проводится письменно по вариантам (в течении 10 минут на лекции). Подготовка к контрольной работе производится в часы

самостоятельной работы по материалам лекций (выложенных в общий доступ), основной и дополнительной литературы.

Критерии оценивания.

Оценка формируется исходя из пятибалльной шкалы. Не своевременная сдача контрольной работы снижает оценку на 1 балл. Оценивается правильность и полнота ответа.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-3.4	Оценка отлично выставляется студенту, правильно ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Оценка хорошо выставляется студенту, правильно ответившему на 2 вопроса билета и допустившего неточности в ответе на остальные и ответившего на дополнительные вопросы. Оценка удовлетворительно выставляется студенту, правильно ответившему на 2 вопроса билета и допустившего неточности и ошибки в ответах на остальные вопросы, а также неполно ответившего на дополнительные вопросы. Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, неправильно ответившему на 2 и более вопроса билета.	Устный опрос.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Автоматически зачет выставляется студенту, выполнившему не менее 75% всех заданий из каждого раздела дисциплины, изученного в семестре и набравшему среднюю оценку по текущей успеваемости в семестре не ниже 4. При невыполнении этого требования проводится письменный зачет по предложенным вопросам.

Пример задания:

Вопросы к зачету (теоретические):

1. Силовые полупроводниковые преобразователи в силовом канале электропривода и их классификация. Полупроводниковые приборы силовой электроники.
2. Силовые диоды. Статические и динамические характеристики диодов. Область применения диодов, требования к ним. Система обозначения диодов.
3. Силовые тиристоры. Статические и динамические характеристики тиристоров. Система обозначения тиристоров.
4. Запираемые тиристоры (GTO). Статические и динамические характеристики запираемых тиристоров. Система обозначения.
5. Силовые транзисторы (MOSFET, IGBT). Статические и динамические характеристики транзисторов. Система обозначения.
6. Характеристики управляющих электродов тиристоров. Требования к управляющим импульсам.
7. Тиристорные регуляторы напряжения. Тиристорные элементы силовой части. Принцип фазового управления.
8. Управляемые выпрямители. Структурная схема выпрямителя, назначение элементов выпрямителя. Основные схемы выпрямления.
9. Работа трехфазной нулевой схемы выпрямления. Соотношения между токами и напряжениями в данной схеме.
10. Работа трехфазной мостовой схемы выпрямления. Соотношения между токами и напряжениями в данной схеме.
11. Многомостовые схемы выпрямления.
12. Принцип работы управляемого выпрямителя.
13. Работа выпрямителей на индуктивную нагрузку. Коммутация тока в силовых схемах выпрямления.
14. Инверторный режим трехфазных выпрямителей.
15. Назначение согласующих трансформаторов и реакторов в управляемых выпрямителях. Выбор согласующего трансформатора.
16. Назначение сглаживающих дросселей и уравнивающих реакторов в управляемых выпрямителях. Выбор сглаживающего дросселя.
17. Системы импульсно-фазового управления, назначение, структура и способы формирования управляющих импульсов.
18. Классификация и принципы построения СИФУ. Многоканальная синхронная система, трехканальная синхронная система.
19. Классификация и принципы построения СИФУ. Одноканальные синхронная и асинхронная системы.
20. Задающие генераторы. Назначение, принципы построения.
21. Фазосдвигающие устройства. Назначение, принцип построения. Схема ФСУ с линейным управлением углом α . Привести диаграмму работы.
22. Фазосдвигающие устройства. Назначение, принцип построения. Схема ФСУ с косинусным управлением углом α . Привести диаграмму работы.
23. Схема блока фазового управления БРГ-Э. Привести диаграмму напряжений узловых точек блока.
24. Схема цифрового фазосдвигающего устройства.
25. Устройство предварительного формирования и распределения управляющих импульсов.
26. Принцип импульсного регулирования напряжения, способы модуляции.
27. Тиристорные импульсные преобразователи. Приведите схемы тиристорных импульсных преобразователей.
28. Способы коммутации тиристоров.

29. Транзисторные импульсные преобразователи. Симметричный способ управления.
 30. Транзисторные импульсные преобразователи. Несимметричный способ управления.
 31. Транзисторные импульсные преобразователи. Поочередный способ управления.
 32. Системы управления импульсными преобразователями. Структура систем управления. Принципы построения широтно-импульсных модуляторов.
 33. Импульсный преобразователь ТЕ9, устройство и принцип работы. Схема силовой части и ФЗИ. Привести диаграмму напряжений платы ШИМ.
 34. Принцип работы однофазных автономных инверторов напряжения и тока.
 35. Принцип работы трехфазных автономных инверторов напряжения. Способы управления транзисторными ключами.
 36. Регулирование напряжения инверторов.
 37. Системы управления АИ. Цифровые генераторы сигналов.
 38. Преобразователи частоты с непосредственной связью. Управление преобразователем. Область применения преобразователей.
 39. Преобразователи частоты с автономным инвертором напряжения. Способы реализации ШИМ. Область применения преобразователей.
 40. Преобразователи частоты с автономным инвертором тока. Область применения преобразователей.
 41. Требования к защитам полупроводниковых преобразователей. Режим внешнего короткого замыкания.
 42. Требования к защитам полупроводниковых преобразователей. Режим внутреннего короткого замыкания.
 43. Требования к защитам полупроводниковых преобразователей. Авария преобразователя в инверторном режиме.
 44. Требования к защитам полупроводниковых преобразователей. Аварийный режим преобразователя при одновременном включении групп клапанов разного направления.
 45. Требования к защитам полупроводниковых преобразователей. Схема электронной защиты преобразователя.
 46. Защиты преобразователей, осуществляемые драйверами. Схемы защиты от короткого замыкания и токовой перегрузки.
 47. Требования к защитам полупроводниковых преобразователей. Защита от перенапряжения.
- Вопросы к зачету (практические):
1. Гальваническая развязка, способы реализации.
 2. Параллельное соединение приборов. Защита клапанов от перегрузок по току.
 3. Последовательное соединение приборов. Защита клапанов от перенапряжений.
 4. Комплектные тиристорные устройства для управления АД КТУ1, КТУ3. Выбор полупроводниковых приборов для ТРН.
 5. Комплектные тиристорные устройства для управления АД КТУ2, КТУ4. Выбор полупроводниковых приборов для ТРН.
 6. Тиристорные пускатели серии ПТ – назначение, принцип работы. Привести силовые схемы нереверсивного и реверсивного пускателей.
 7. УПТ-2 – назначение, структура, принцип работы. Схема системы формирования управляющих импульсов. Пояснить принцип работы на диаграммах напряжений.
 8. Устройства управления силовыми транзисторами. Требования к драйверам. Схема драйвера с оптической развязкой.
 9. Устройства управления силовыми транзисторами. Требования к драйверам. Схема контроллера динамического управления затвором.
 10. Схема трехканальной СИФУ преобразователя ТЕ4-100/230. Привести диаграмму напряжений узловых точек канала СИФУ.

11. Комплектное устройство БРГ-Э. Приведите структуру и назначение блоков.
12. Фильтры. Принцип действия электрических фильтров. RC-фильтры. Схема блока фильтров БРГ-Э.
13. Схема электропривода серии ЭЧАО.
14. Микропроцессорные системы управления преобразователями частоты «Motor Control».
15. Силовые электронные системы. Уровни гибридной интеграции. Схема модуля POWERTRAIN для управления асинхронными двигателями.
16. Схема формирователя импульсов управления с трансформаторной развязкой.
17. Схема формирователя импульсов управления с оптической развязкой.
18. Схема формирователя импульсов управления ГТО-тиристора.
19. Синхронизирующие устройства. Назначение, принципы построения.
20. Схемы синхронизации с трансформаторной и оптронной гальванической развязкой.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Знание основной части теоретического материала.	Незнание основной части теоретического материала.
Правильное выполнение практического задания.	Неправильное выполнение практического задания.

7 Основная учебная литература

1. Леоненко А. С. Силовая преобразовательная техника : учебное пособие для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки дипломированных специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / А. С. Леоненко, 2003. - 84.
2. Леоненко А. С. Силовая преобразовательная техника : учебное пособие / А. С. Леоненко, 2012. - 263.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Силовая преобразовательная техника. Т. 4. Силовые полупроводниковые приборы / В.В. Челноков, Ю.В. Жилиев, Н.А. Соболев, И.В. Попов, 1986. - 105.
2. Силовая преобразовательная техника / ред. Б. М. Гуткин. Т. 1 : Моделирование вентильных преобразователей на вычислительных машинах / Ф. Б. Конев, 1976. - 83.
3. Герман-Галкин С. Г. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; ред. А. Н. Петухов, 2021. - 494.
4. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде MATLAB-SIMULINK : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2022. - 448.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. SiminTech Academic Classroom

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
2. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
3. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
4. Проектор Epson EB-460i LCD
5. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
6. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
7. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
8. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
9. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
10. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
11. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
12. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
13. Компьютер i7-3820/iX79/16Gb/2Gb/Quadro 4000 2048Mb/LCD 24"/DVD/ИБП 1000WA/