**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  **УТВЕРЖДАЮ** Директор ЭНИН \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.М. Завьялов «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Электротехнические комплексы и системы**

основная образовательная программа подготовки аспиранта

по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника

Уровень высшего образования

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

ТОМСК 2014 г.

**Предисловие**

### Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «Электропривод и электрооборудование» ЭНИН протокол № \_\_\_\_от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

 Научный руководитель программы

 аспирантской подготовки Ю.Н. Дементьев

1. Программа СОГЛАСОВАНА с институтами, факультетами, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

 Зав. обеспечивающей кафедрой ЭПЭО Ю.Н. Дементьев

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы.

Целями изучения дисциплины определяются необходимостью ориентирования аспирантов в проблемах и современных задачах электротехнических наук и производства.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

* иметь представление о современном состоянии электротехнических наук и производств;
* уметь ориентироваться в современной проблематике электротехнических наук и производств;
* иметь навыки оценки направлений деятельности электротехнических наук и производств по тематическим каталогам и научно-технических журналам;
1. **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина «Электротехнические комплексы и системы» входит в вариативную частьмеждисциплинарный профессиональный модуль ООП.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ТПУ, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных учебных программах указанных уровней. Для освоения дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

Теория электромеханического преобразования энергии,

Комплексная автоматизация технологических процессов,

Электропривод общепромышленных механизмов и технологических комплексов,

Моделирование в электроприводе,

Электропривод переменного тока.

2.3. Дисциплина «Электротехнические комплексы и системы» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

1. **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки Электро- и теплотехника:

1. ***Универсальных компетенций:***
	* способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
	* способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
	* готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
	* готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
	* способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
	* способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
2. ***Общепрофессиональных компетенций:***
* владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
* владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
* способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
* готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
* готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным про-граммам высшего образования (ОПК-5).
1. ***Профессиональных компетенций:***
* углубленным изучением теоретических и методологических основ проектирования, эксплуатации и развития электротехники (ПК-1);
* способностью ставить и решать инновационные задачи,связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования электротехнических изделий с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний (ПК-2);
* умением проводить анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для электротехнической отрасли, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике (ПК-3);
* умением работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров для решения практических задач эксплуатации и управления электромеханическими системами (ПК-4).

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:***знать:***

* современные достижения науки и передовые технологии в области электротехники;
* производственно-технологические режимы работы электротехнических изделий;
* основы проектирования электротехнических изделий;
* современные проблемы научно-технического развития сырьевой базы, современные технологии утилизации отходов электроэнергетической и электротехнической промышленности, научно-техническую политику в области технологии и проектирования электротехнических изделий.

***уметь:***

* оценивать перспективные направления развития электротехнических изделий с учетом мирового опыта и ресурсосбережения;
* применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач развития электротехники;
* оценивать эффективность систем управления технологическими процессами на производстве;
* проводить работы по выбору и настройке систем управления автоматизированными технологическими процессами;
* устанавливать причины снижения качества электрической энергии;

***иметь опыт:***

* планирования процессов решения научно-технических задач;
* анализа работы технических средств управления режимами электротехнических изделий;
* разработки мероприятий по энергосбережению технологических процессов на производстве;
* анализа работы устройств электротехники при аварийных ситуациях;
* работы с программно-аппаратными средствами управления технологическими процессами.
1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
	1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает вариант распределения бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных модулей предлагаемого курса согласно учебному плану в 3 и 4 семестрах.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Трудоемкость (в ЗЕТ) | Объем работы(в часах) | Всего учебных занятий (в часах) |
| лекции | семинары | самостоятельная работа  | Кандидатский экзамен |
| 1 |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Раздел 1. Современное состояние электротехнических наук** |
| Тема 1. Значимость и роль электротехнических наук (ЭТН) в современной жизни |  | 10 |  | 2 | 8 |  |
| Тема 2. Современная классификация ЭТН |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| **Раздел 2. Теория электропривода** |
| Тема 3. Математическое моделирование |  | 10 |  | 2 | 8 |  |
| Тема 4. Электропривод общепромышленных механизмов |  | 12 |  | 2 | 10 |  |
| Тема 5. Регулирование координат электропривода |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| Тема 6. Переходные процессы в электроприводах |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| Тема 7. Следящие электроприводы |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| **Раздел 3. Автоматическое управление электроприводом**  |
| Тема 8. Основы автоматического управления |  | 18 |  | 4 | 14 |  |
| Тема 9. Особенности управления электроприводами постоянного и переменного тока |  | 18 |  | 4 | 14 |  |
| Тема 10. Типовые САУ |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| **Раздел 4. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования**  |
| Тема 11. Основные узлы электрооборудования |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| Тема 12. Комплектные узлы электрооборудования |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| Тема 13. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателей |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| **Раздел 5. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства**  |
| Тема 14. Преобразователи и приемники электрической энергии |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 15. Системы электроснабжения |  | 15 |  | 3 | 12 |  |
| Тема 16. Качество электрической энергии |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 17. Технико-экономические расчеты |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 18. Компенсация реактивной мощности |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 19. Теория надежности |  | 54 |  | 6 | 48 |  |
| **Всего по дисциплине** | **9** | **324** |  | **72** | **252** |  |

 **4.2.** **Содержание разделов и тем**

**Раздел 1. Современное состояние электротехнических наук**

**Тема 1.** Значимость и роль электротехнических наук (ЭТН) в современной жизни

История развития мировой электротехники

**Тема 2.** Современная классификация ЭТН

Академия электротехнических наук РФ и ее отделения. Проблемы электротехники, электромеханики и электротехнологий.

**Раздел 2. Теория электропривода**

**Тема 3.** Математическое моделирование

Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

**Тема 4.** Электропривод общепромышленных механизмов

Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты).

**Тема 5.** Регулирование координат электропривода

Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения. Основные характеристики приборных систем электроприводов.

**Тема 6.** Переходные процессы в электроприводах

Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.

**Тема 7.** Следящие электроприводы

Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

**Раздел 3. Автоматическое управление электроприводом**

**Тема 8.** Основы автоматического управления

Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.

Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

**Тема 9.** Особенности управления электроприводами постоянного и переменного тока

Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальным приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.). Управление электроприводами с линейными двигателями.

Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

**Тема 10.** Типовые САУ

Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

Надежность и техническая диагностика электроприводов.

**Раздел 4. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования**

**Тема 11.** Основные узлы электрооборудования

Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям). Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.

**Тема 12.** Комплектные узлы электрооборудования

Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.

**Тема 13.** Контактные и бесконтактные узлы электродвигателей

Контактные и бесконтактные узлы электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

**Раздел 5. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства**

**Тема 14.** Преобразователи и приемники электрической энергии

Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени (по отраслям). Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

**Тема 15.** Системы электроснабжения

Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.

**Тема 16.** Качество электрической энергии

Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям). Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.

**Тема 17.** Технико-экономические расчеты

Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

**Тема 18.** Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.

Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно-бытовых зданий.

**Тема 19.** Теория надежности

Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.

1. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Технология процесса обучения по дисциплине «Электротехнические комплексы и системы» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);

б) самостоятельная работа студентов;

г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре. В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

* самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
* поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

* постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» и формирует необходимые компетенции;
* решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.
1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.**6.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО).

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

**6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Электротехнические комплексы и системы». Форма аттестации – кандидатский экзамен в письменной или устной форме. Кандидатский экзамен проводится в 4 семестре.

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена.

На кандидатском экзамене аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Электротехнические комплексы и системы».

**6.3. Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:**

1. История развития мировой электротехники
2. Математические модель и структурная схема асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
3. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.
4. Система преобразователь частоты – синхронный двигатель.
5. Способы регулирования координат электропривода.
6. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.
7. Особенности замкнутых систем автоматического управления электроприводами
8. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
9. Защита от перегрузок и аварийных режимов.
10. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий.
11. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления.
12. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателями постоянного тока.
13. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации.
14. Компенсация реактивной мощности.
15. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература**

1. Основы современной энергетики: учебник для втузов: в 2 т. / под ред. Е. В. Аметистова - 5-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
2. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1992.
3. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного привода на ЭВМ. Л.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Изд.Центр «Академия», 2006. 272с
5. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник/ М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Изд. Центр «Академия», 2004. – 576с.
6. Белов М.П. Инжиниринг Электроприводов и систем автоматизации: Учебное пособие /и М.П. Белов, О.И. Земантов, А.Е. Козярук и др.: под ред. В.А. Новикова, Л.Н. Чернигова. – М.: Изд. Центр «Академия», 2006. -368с.
7. Электрическая часть станций и подстанций /А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшков, М.Н. Околович. М.: Энергоатомиздат, 1990.
8. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1987.
9. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1998.
10. Федоров А.А. Основы электроснабжения предприятий. М.: Энергия, 1980.
11. Электроснабжение летательных аппаратов. / В.А. Балагуров, М.М. Беседин, Ф.Ф. Галтеев и др.; Под ред. Н.Т. Коробана. М.: Машиностроение, 1975.
12. Шенфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированные электроприводы. Л.: Энергоатомиздат, 1985.
13. Тихменев Б.Н., Трахтман Л.М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. Теория работы электрооборудования, электрические схемы и аппараты. М.: Транспорт, 1980.
14. Теория электрической тяги /В.Е Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров. М.: Транспорт, 1995.

**Дополнительная литература**

1. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
2. Онищенко Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок: Учебное пособие / Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН, 2001.- 520с.
3. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат, 1981.
4. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. Л.: Энергоиздат, 1982.
5. Водовозов В.М. Теория и системы электропривода: Учебное пособие / В.М. Водовозов. – СПб.: изд-во СПб. ГТУ – «ЛЭТИ», 2004.- 306с.
6. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями /О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, И.С. Кузнецов и др. М.: Энергоатомиздат, 1983.
7. Справочник по автоматизированному электроприводу /Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шинянского. М.: Энергоиздат, 1983.
8. Ефремов И.С., Коварев Г.В. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта. М.: Высш. шк., 1976.
9. Поздеев А.А. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно регулируемых асинхронных электроприводах. Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 1998.
10. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Высш. шк., 1990.

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерные классы с пакетами прикладных программ

2. Учебные лаборатории по разделам федеральной компоненты курса.

3. Научно-исследовательские лаборатории по региональной и вузовской компонентам курса.