



ный лист программы  
ния по дисциплине  
(Syllabus)

Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.3/37

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Энергетический факультет  
Кафедра Автоматизации и управления

## **ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Syllabus)**

Построение защит электрических машин на встроенных преобразователях

для докторантов специальности 6D071800 Электроэнергетика



утверждения программы  
обучения по дисциплине  
(Syllabus)

Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.3/38

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан докторантуры  
и магистратуры

\_\_\_\_\_ Ленъков Ю. А.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Составитель: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Новожилов А. Н.

Кафедра Автоматизации и управления

**Программа обучения по дисциплине (Syllabus)**

Построение защит электрических машин на встроенных преобразователях

для докторантов специальности 6D071800 Электроэнергетика

Программа разработана на основании рабочей учебной программы,  
утвержденной 31.08.2011 г.

Рекомендована на заседании кафедры от 24.01.2012 г.  
Протокол №7.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Кислов А. П. 24.01.2012 г.

Одобрена учебно-методическим советом докторантуры и магистратуры  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г. Протокол № \_\_\_\_.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Жумабаева З. Е. 31.01.2012 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Кислов А. П. 24.01.2012 г.

## 1 Сведения о преподавателях и контактная информация

Ф.И.О. – Новожилов Александр Николаевич.

Ученая степень, звание, должность – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации и управления.

Кафедра автоматизации и управления находится по адресу: ул. Ломова, 64, корпус А, аудитория А-333, контактный телефон 673657

## 2 Данные о дисциплине

Название: «Построение защит электрических машин на встроенных преобразователях»

Количество часов - 420

Курс читается в первом семестре

В течение первого семестра предусмотрено 30 часов лекционных, 30 часов практических и 360 часов самостоятельных занятий.

Место проведения занятий - согласно расписанию.

Форма контроля по дисциплине - экзамен.

## 3 Трудоёмкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	Количество контактных часов по видам аудиторных занятий				Количество часов самостоятельной работы докторанта		Формы контроля
		всего	лекции	практические	лабораторные	всего	СРДП	
2	4	420	30	30	-	360	36	экз.
Всего	4	420	30	30	-	360	36	экз.

## 4 Цель и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Построение защит электрических машин на встроенных преобразователях» является подготовка высококвалифицированного специалиста, глубоко знающего теорию и практику релейной защиты электрических машин на встроенных преобразователях электрических станций и в электроснабжении промышленных производств, умеющего выполнять расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию релейной защиты электрических машин на встроенных преобразователях с широким использованием средств современной компьютерной техники.

Задачи дисциплины является ознакомление докторантов с теоретическими основами построения защит электрических машин от электрических и механических повреждений на современном этапе развития, а также изучение практических аспектов построения защит электрических машин от электрических повреждений.

## 5 Требования к знаниям, умениям, навыкам

В результате изучения данной дисциплины студенты должны **знать:**

- роль и место защит электрических машин на встроенных преобразователях в задачах повышения надежности функционирования электрических станций, электроэнергетических систем и в электроснабжении промышленных предприятий;

- этапы совершенствования электрических машин переменного тока и их защит. Роль встроенных преобразователей в формировании нового направления защит электрических машин.

- теоретические основы релейной защиты энергосистем, основные типы релейной защиты машин, основные принципы построения и схемы защит электрических машин на встроенных преобразователях.

- фундаментальные математические основы анализа процессов в различных режимах работы электрических машин и встроенных в них преобразователей на электрических станциях и подстанциях, в частности, методы линейной алгебры, теории матриц, дифференциальных и интегральных уравнений, теории функции комплексного переменного и спектральный анализ Фурье.

**уметь:**

- пользоваться Интернетом;
- осуществлять патентный поиск;
- осуществлять поиск необходимой научной литературы и делать ее проработку;

- предлагать новые технические решения в области релейной защиты и диагностики, а также оформлять их в виде патентов или научных статей;

- составлять математические модели и программировать на Turbo-Basic или любом другом языке программирования, использовать прикладные программы Electronics Workbench и Micro – cap;

- осуществлять моделирование режимов работы электрических машин;

- осуществлять моделирование магнитных полей в различных элементах электрических машин;

- моделирование работу и рассчитывать параметры встроенных индукционных преобразователей;

- разрабатывать устройства релейной защиты на встроенных преобразователях;

- уметь писать и оформлять научные работы.

**приобрести практические навыки:**

- ручного и автоматизированного проектирования с использованием современных систем проектирования систем автоматизации.

## **6 Пререквизиты**

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные при изучении следующих дисциплин:

- Математика – Решение дифференциальных уравнений. Функции комплексных переменных. Действия с векторами и матрицами.

- Теоретические основы электротехники – Методы расчета электрических схем переменного тока при стационарных и переходных процессах. Спектральный анализ, методы разложения в ряд Фурье. Методы расчета

магнитных полей.

- Электрические машины – Теория электрических машин. Проектирование электрических машин. Моделирование режимов работы электрических машин. Методы определения параметров элементов математических моделей электрических машин.

- Релейная защита – Теория релейных устройств. Защиты электрических машин на электромеханических реле. Защиты электрических машин на микропроцессорах. Защиты и устройства диагностики на персональных ЭВМ.

- Электрооборудование – Электрооборудование станций и подстанций. Электрооборудование сетей. Электрооборудование промышленных предприятий.

## **7 Постреквизиты**

Базовые дисциплины:

- математика - разделы: Аналитическая геометрия. Решение интегральных и дифференциальных уравнений. Функции комплексных переменных. Показательные функции. Численные методы решения систем дифференциальных и интегральных уравнений. Гармонический анализ Фурье.

- информатика - разделы: Программирование. Методы численного решения систем уравнений на ЭВМ с использованием Turbo-Basic. Прикладные программы Electronics Workbench и Micro – cap;

- компьютерная графика - разделы: Графическое изображение основных элементов электрических цепей. Выполнение рисунков и чертежей.

Специальные дисциплины:

- теоретические основы электротехники – Цепи постоянного тока. Цепи переменного тока. Трехфазные цепи. Переходные процессы. Гармонический анализ. Магнитные цепи. Магнитные поля;

- микропроцессорные средства и системы – Конструкция микропроцессорных средств и систем, а также их программирование. Типовые средства защиты электрических машин на микропроцессорах;

- электрическая часть станций и подстанций – Оборудование и расчеты электрической части станций;

- электрические машины и аппараты – Конструкции и электромагнитные расчеты электрических машин. Магнитные поля торцевой зоны. Внешние поля электрических машин. Моделирование номинальных и аварийных режимов работы электрических машин;

- надежность электрических машин – Повреждаемость электрических машин. Статистика повреждаемости. Надежность элементов электрических машин. Расчет надежности и повреждаемости элементов электрических машин;

- релейная защита – Требования к релейной защите. Элементы релейной защиты. Токовые и дифференциальные защиты электрических машин. Специальные защиты электрических машин. Защиты на встроенных преобразователях;

- техническая диагностика – Методы автоматизированного контроля и диагностирования. Способы диагностирования электрических машин.

- системы схемотехнического моделирования Electronics Workbench и

Micro-cap.

## 8 Тематический план

№ пп	Наименование тем	Количество часов		
		лек.	прак.	СРД
1	Введение	2	1	25
2	Конструктивные особенности машин переменного тока и встраиваемых в них преобразователей:	4	2	35
3	Математическое моделирование режимов работы машин переменного тока:	4	2	35
4	Математическое моделирование магнитных полей машин переменного тока	4	2	35
5	Кольцевой индукционный преобразователь	4	2	35
6	4	2	35	
Защиты машин переменного тока на кольцевом индукционном преобразователе				
7	Устройства диагностики машин переменного тока на КИП	4	2	10
8	Устройства защиты и диагностики машин переменного тока на точечных индукционных преобразователях	4	2	35
ИТОГО по дисциплине		30	30	360

## 9 Краткое описание дисциплины

Изучение теоретических основ и приобретение практических навыков построения защит электрических машин на встроенных индукционных преобразователях, используемых на электрических станциях и подстанциях, а также в промышленности.

## 10 Компоненты курса

Перечень теоретических занятий:

Тема 1. Введение.

Тема 2. Конструктивные особенности машин переменного тока и встраиваемых в них преобразователей.

Тема 3. Математическое моделирование режимов работы машин переменного тока

Тема 4. Математическое моделирование магнитных полей машин переменного тока.

Тема 5. Кольцевой индукционный преобразователь (КИП).

Тема 6. Защиты машин переменного тока на КИП.

Тема 7. Устройства диагностики машин переменного тока на КИП.

Тема 8. Устройства защиты и диагностики машин на точечных индукционных преобразователях (ТИП).

10.2 Перечень практических занятий:

Тема 1. Ознакомление с программой моделирования номинальных и аварийных режимов работы электрической машины. Определение параметров математической модели машины переменного тока. Моделирование режимов работы машин переменного тока и сопоставление результатов моделирования с результатами экспериментов.

Тема 2. Расчет магнитодвижущих сил обмотки статора в номинальных и аварийных режимах работы асинхронного двигателя.

Тема 3. Ознакомление с программами моделирования плоского магнитного поля в торцевой зоне асинхронного двигателя и определения взаимного индуктивного сопротивления между контуром КИП и лобовыми частями обмоток статора и ротора каждой из фаз.

Тема 4. Ознакомление с программами и моделирование ЭДС в КИП в различных режимах работы.

Тема 5. Выбор реагирующего органа, порога срабатывания защиты и определение чувствительности защиты на КИП от коротких замыканий в обмотке статора и ротора.

Тема 6. Ознакомление с программами и моделирование магнитного поля обмоток статора и ротора в торцевой зоне асинхронного двигателя в номинальных и аварийных режимах работы.

Тема 7. Ознакомление с программами и моделирование ЭДС ТИП в различных режимах работы.

Тема 8. Определение количества ТИП для защиты, схемы из размещения и соединения.

Тема 9. Выбор реагирующего органа, порога срабатывания защиты и чувствительности защиты на ТИП от коротких замыканий в обмотке статора.

10.3 Перечень видов СРД

№	Вид СРД	Форма отчетности	Вид контроля	Объем в часах
1	Подготовка к лекционным занятиям	лекции	Участие на занятии	40
2	Подготовка к практическим занятиям	Рабочая тетрадь	Участие на	40

			занятия	
4	Самостоятельное изучение материала	Изученные материалы	Представить на занятия, обсуждение	60
5	Поиск и изучение материала, необходимого для написания статей и патентов по теме диссертации	Найденные материалы	Представить и обсудить на занятии	60
6	Написание статей, патентов	Написанные материалы	Представить и обсудить на занятии	70
7	Написание разделов диссертации	Написанные материалы	Обсуждение на занятии	70
8	Подготовка к экзамену на сессии	-	Сдача экзамена	20
Всего				360

#### 10.4 Календарный график контрольных мероприятий

1 рейтинг (2 семестр)											
Недели		Макс. балл за 1 занятие	1	2	3	4	5	6	7	8	Всего
Максимальный балл			12	12	12	12	13	13	13	13	100
Посещение и подготовка к лекциям	Вид СРД/форма отчётн.		ДЗЛ 1,2		ДЗЛ 3,4		ДЗЛ 5,6		ДЗЛ 7,8		48
	Форма контроля		У	У	У	У	У	У	У	У	
	Макс.балл	3	6	6	6	6	6	6	6	6	
Посещение и подготовка к практич. занятиям	Вид СРД/форма отчётн.		ДЗП 1,2		ДЗП 3,4		ДЗП 5,6		ДЗП 7,8		52
	Форма контроля		У	У	У	У	У	У	У	У	
	Макс.балл	7	6	6	6	6	7	7	7	7	
Рубежный контроль РК1	Макс.балл									100	100
2 рейтинг (2 семестр)											
Недели		Макс. балл за 1 занятие	9	10	11	12	13	14	15	Всего	
Максимальный балл за неделю			14	14	14	14	14	15	15	100	
Посещение и подготовка к лекциям	Вид СРД/форма отчётн.		ДЗЛ 9,10		ДЗЛ 11,12		ДЗЛ 13,14		ДЗЛ 15		42
	Форма контроля		У	У	У	У	У	У	У	У	
	Макс.балл	3	6	6	6	6	6	6	6	6	
Посещение и подготовка к практич. занятиям	Вид СРД/форма отчётн.		ДЗП 9,10		ДЗП 11,12		ДЗП 13,14		ДЗП 15		58
	Форма контроля		У	У	У	У	У	У	У	У	
	Макс.балл	8	8	8	8	8	8	9	9	9	
Рубежный контроль РК2	Макс.балл									100	100

Условные обозначения: ДЗЛ 1 – домашнее задание на подготовку к лекциям №1; У – участие в учебном процессе; ДЗП 1 – домашнее задание на подготовку к практическим занятиям №1, РК – рубежный контроль..

### 11 Политика курса

Каждый докторант должен посещать все виды занятий, активно участвовать в обсуждениях и работе группы. Опоздания на любые виды аудиторных занятий мешают их нормальному проведению, поэтому опоздавшие более чем на пять минут не отмечаются как присутствующие на занятиях. Прочие нарушения правил поведения на занятиях наказываются вплоть до удаления из аудитории.

Обязательны подготовка к каждому занятию и изучение всего заданного материала. Проверка осуществляется опросом во время практических занятий и тестами после изучения соответствующего раздела дисциплины. В семестре предусмотрен периодический рубежный контроль по пройденному материалу



соответствующих разделов дисциплины путем решения задач. При отсутствии обучаемого по какой-либо причине во время проведения контрольного мероприятия оно дополнительно не проводится.

В середине и в конце семестра по 100-бальной шкале определяется оценка текущей успеваемости (ТУ) по изученному модулю дисциплины. Оценка рубежного контроля (РК) также определяется по 100-бальной шкале. К рубежному контролю по дисциплине допускаются докторанты, имеющие баллы по ТУ. По итогам оценки ТУ и РК определяется рейтинг (Р1 и Р2) докторанта по дисциплине

$$P1(P2)=TU1(TU2)*0,7+PK1(PK2)*0,3.$$

Рейтинг не определяется, если докторант не прошел РК или получил по РК менее 50 баллов. В данном случае декан устанавливает индивидуальные сроки сдачи РК.

Оценка рейтинга допуска докторанта по дисциплине за семестр равна  $РД = (P1 + P2)/2$ .

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются докторанты, выполнившие все требования рабочей учебной программы и набравшие рейтинг допуска не менее 50 баллов.

Итоговый контроль по дисциплине в соответствии с рабочим учебным планом предусмотрен в виде экзамена. Итоговая оценка по дисциплине в баллах определяется по формуле  $И = РД*ВДРД + ИК*ВДИК$ , где ВДРД, ВДИК – весовые доли текущей успеваемости в течение семестра и видов итогового контроля в итоговом рейтинге по дисциплине.

Ученым советом университета установлены следующие весовые доли по видам итогового контроля и текущей успеваемости.

Обозначение	Вид контроля	Весовая доля
ВДИК	Итоговый контроль (экзамен)	0,4
ВДРД	Рейтинг допуска	0,6

Итоговая оценка по дисциплине подсчитывается только в том случае, если обучающийся имеет положительные оценки как по рейтингу допуска, так и по итоговому контролю. Неявка на итоговый контроль по неуважительной причине приравнивается к оценке «неудовлетворительно». Результаты экзамена и промежуточной аттестации по дисциплине доводятся до докторантов в тот же день или на следующий день, если письменный экзамен проводился во второй половине дня.

В случае, если обучающийся получил на экзамене оценку F, его итоговый рейтинг по дисциплине не определяется, а в ведомость заносится оценка «неудовлетворительно».

Шкала оценки знаний обучающихся

Итоговая оценка в баллах (И)	Цифровой эквивалент баллов (Ц)	Оценка в буквенной системе	Оценка по традиционной системе	
			Экзамен, диф. зачет	Зачет
95-100	4	A	Отлично	Зачтено
90-94	3,67	A-		
85-89	3,33	B+		
80-84	3,0	B	Хорошо	

75-79	2,67	B-	Удовлетворительно	
70-74	2,33	C+		
65-69	2,0	C		
60-64	1,67	C-		
55-59	1,33	D+		
50-54	1,0	D		
0-49	0	F	Неудовлетворительно	Не зачтено

Итоговая оценка по дисциплине в баллах (И) переводится в цифровой эквивалент, буквенную и традиционную оценку и вносится в «Журнал учебных достижений обучающихся» и «Рейтинговую ведомость». В ведомость промежуточной аттестации и зачетную книжку проставляется итоговая оценка в традиционной форме.

## 12 Список литературы

### основной

1. Новожилов А.Н Релейная защита и диагностика асинхронного двигателя на встроенных индукционных преобразователях. -Павлодар.: РИО ПГУ, 2004. -180с.

2. Новожилов А.Н., Кислов А.Н. Релейная защита и диагностика асинхронного двигателя на встроенном кольцевом преобразователе. -Павлодар.: РИО ПГУ, 2001. -98с.

### дополнительной

3. Новожилов А.Н. Релейная защита электрических систем. Защиты асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором на встроенном кольцевом измерительном преобразователе. -Павлодар.: РИО ПГУ, 2001. -97с.