

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области

УНИВЕРСИТЕТ «ДУБНА»
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра «Физико-технические системы»



ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ **«Системы автоматического управления»**

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки
«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

г. Дубна, для набора 2014 г

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 13.03.02
«Электроэнергетика и электротехника» и профилю подготовка бакалавров
«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

Программа разработана (ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество разработчиков):
Доцент кафедры "Физико-технические системы" Ружинский М.А. 

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Физико-технические системы»

Протокол заседания № 03 от « 19 » 05 2016 г.

Заведующий кафедрой

 /Малахов А.И./

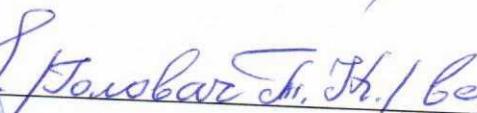
СОГЛАСОВАНО

tl.o Декан факультета

 /Савватеева О.А./

Рецензент:




М.И. Ружинский /Ведущий инженер
АО "ГосМКБ "Радуга""
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.....	4
3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.	4
4. Содержание и структура дисциплины	4
4.1. Структура дисциплины	4
4.2. Содержание разделов дисциплины	5
4.3 Содержание дисциплины	6
5. Образовательные технологии	7
5.1. Методические рекомендации для студентов:	7
5.2. Методические указания к практическим занятиям.....	7
5.3. Методические рекомендации для преподавателей:	10
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	10
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	11
7.1. Основная литература.....	11
7.2. Дополнительная литература.....	12
7.3. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	15
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15

1. Цели и задачи дисциплины

При изучении курса студенты знакомятся с теоретическими основами дисциплины «Системы автоматического управления» в приложении к управлению энергосистемами и энергоустановками, ее местом и ролью в процессе проектирования энергоустановок. Студенты должны изучить основные принципы построения систем управления ветроэнергетических установок различного класса, получить практические навыки расчета статических, динамических и энергетических характеристик ветроустановок, познакомиться с вопросами математического и полунатурального моделирования динамических систем, изучить основные задачи разработки систем безопасности в соответствии с предъявляемыми к этим системами требованиями.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Системы автоматического управления» изучается на 3 и 4 курсах в 6 и 7 семестрах.

Преподавание дисциплины «Системы автоматического управления» основано на изученных студентами курсах высшей математики, механики, теории автоматического управления и аэrodинамики.

После изучения курса «Системы автоматического управления» студент сможет применять полученные знания в профессиональной деятельности и, в частности, при работе над подготовкой дипломного проекта.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Студенты, изучившие дисциплину «Системы автоматического управления», должны

знать:

- принципы управления в технических системах;
- математические модели систем управления;
- критерии устойчивости систем управления;
- общая концепция безопасности при эксплуатации энергоустановок;
- измерительные устройства в электроэнергетике;
- система управления и режимы работы ВЭУ;
- методы и алгоритмы оптимизация частоты вращения ВЭУ;

уметь:

- строить и разрабатывать математические модели систем управления;
- применять методы и алгоритмы оптимизации частоты вращения.

Изучение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

(ПК-5)

- готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования

(ПК-12);

44. Содержание и структура дисциплины

4.1. Структура дисциплины

1. Объем дисциплины и вид учебной работы (час):

Вид работы			
	6 семестр	7 семестр	Всего
Общая трудоемкость	108	144	252
Аудиторная работа:	68	68	136
Лекции (Л)	17	34	51
Практические семинарские занятия (ПЗ)	51	34	85
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа	40	40	80
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников, учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.п.)	20	22	
Курсовой проект, курсовая работа		18	18
Расчетно-графическое задание	—		—
Реферат	—		—
Эссе	—		—
Самостоятельное изучение разделов	20		—
Подготовка и сдача экзамена			36
Вид промежуточного контроля	зачет	экзамен	Зачет, экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

№ п.п.	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ(С)	ЛР	СР
1	Введение.	1	3		8
2	Основы теории систем управления (обзор).	4	12		8
3	Автоматические регуляторы и системы автоматического управления.	4	12		8
4	Преобразование энергии.	4	12		8
5	Статические характеристики.	4	12		8
6	Динамика ВЭУ	6	6		8
7	Система безопасности.	7	7		8
8	Устройства систем управления и их математические модели.	7	7		8
9	Оптимизация выработки электроэнергии.	7	7		8
10	Метод моделирования в проектировании систем автоматического управления	7	7		8

6 семестр

1. Введение.

- 1.1. Основы современной энергетики. Прогнозы по запасам углеводородного топлива.
- 1.2. Возобновляемые источники энергии. Ветроэнергетика.
- 1.3. Национальные программы развитых стран в области ветроэнергетики. Развитие ветроэнергетики в Советском Союзе и России.
- 1.4. Газотурбинные установки на базе авиационных двигателей.
- 1.5. Ветроэнергетика как наукоемкая область техники. Состав и основные технические характеристики ветроэнергетических установок (ВЭУ). Классификация ВЭУ.

2. Основы теории систем управления.

- 2.1. Управление в технических системах. Принципы управления. Жесткое управление. Регулирование. Настройка. Структура САУ. Информация и управление.
- 2.2. Математические модели систем управления. Типы преобразований: функция, функционал, оператор. Звено. Статическая характеристика звена.
- 2.3. Линеаризация. Линейные системы автоматического управления. Динамические характеристики линейных систем. Элементарные звенья. Звено запаздывания.
- 2.4. Устойчивость. Устойчивость равновесия. Устойчивость по Ляпунову. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.

3. Автоматические регуляторы и системы автоматического управления.

- 3.1. Регуляторы прямого действия. Поплавковые регуляторы. Центробежный регулятор поворота лопастей ветродвигателя.
- 3.2. Система управления ВЭУ: назначение, состав, структурная схема. Контур управления частотой вращения и канал ориентации на ветер.
- 3.3. Режимы работы ВЭУ. связь между ними и условия перехода из одного режима в другой.

4. Преобразование энергии.

- 4.1. Энергия ветрового потока, механическая мощность, электрическая мощность, механический и электрический кпд.
- 4.2. Ветер. Скорость ветра: мгновенная и средняя. Ветроэнергетический кадастр. Повторяемость ветра. Быстроходность. Вращательный момент. Коэффициент момента и коэффициент использования ветра. Рабочие характеристики ветродвигателя.

5. Статические характеристики.

- 5.1. Статические характеристики ВЭУ: зависимости вырабатываемой мощности, момента ветроколеса, частоты вращения и угла поворота лопасти как функции скорости ветра.
- 5.2. Расчет статических характеристик и вырабатываемой за год мощности.

6. Динамика ВЭУ.

- 6.1. Динамика ВЭУ как раздел аэромеханики. Методы решения задач динамики ВЭУ, независимые координаты, динамические режимы.

7 семестр

- 6.2. Уравнение вращательного движения ветроколеса и уравнение поворота лопасти.
- 6.3. Демпфирующий и шарнирный моменты. Методы численного интегрирования уравнений движения.
- 6.4. Режим запуска. Методы запуска: автономный, принудительный, последовательный и комбинированный. Момент трогания и момент трения. Программа запуска.
- 6.5. Режим торможения. Аэродинамическое торможение. Перерегулирование по угловой скорости.
7. Система безопасности.
- 7.1. Определение системы безопасности. Тормозная система. Общая концепция безопасности.
- 7.2. Рабочая тормозная система. Аварийная тормозная система. Типы аварийных систем. Общая концепция безопасности применительно к ВЭУ Р-1. Требования к тормозной системе.
- 7.3. Сигналы безопасности. Отказные ситуации и реакции на отказные ситуации: аварийный останов, принудительное флюгирование, понижение мощности и работа при частичных отказах.
8. Устройства систем управления и их математические модели.
- 8.1. Математическая модель генератора. Многомашинные системы генерирования энергетический, динамический и электрический аспекты их применения.
- 8.2. Измерительные устройства: потенциометр, датчики угловой скорости (центробежные, гироскопических, фотометрические и тахогенераторы), акселерометр. Гидравлический рулевой привод.
- 8.3. Система измерения параметров ветра. Анализ картины обтекания ветроколеса, штанговый и верхний приемники воздушного давления. Метеорологические методы измерения скорости. Анемометр и румбометр.
9. Оптимизация выработки электроэнергии.
- 9.1. Распределение Вейбулла. Функция распределения. Плотность распределения.
- 9.2. Свойства распределения Вейбулла, связь параметров со средней скоростью ветра.
- 9.3. Оптимизация частоты вращения: метод, алгоритмы и программа расчета.
10. Метод моделирования в проектировании систем автоматического управления.
- 10.1. Математическая модель и математическое моделирование системы управления.
- 10.2. Комплекс полунатурного моделирования. Проведение полунатурного моделирования: методология, этапность, интерпретация результатов.

Практические занятия (семинары).

№ п.п.	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
6 семестр		
1.	2	Логарифмическая форма критерия Найквиста. Определение запаса устойчивости контура стабилизации по крену. Обсуждение задания на контрольную работу № 1.
2.	2	Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
3.	3	Расчет контура управления частотой вращения и канала ориентации на ветер.
4.	4	Расчет энергии ветрового потока, механическая мощность,

5.	4	электрическая мощность, механический и электрический кпд. Методы расчета коэффициента момента и коэффициента использования ветра.
6.	5	Расчет статических характеристик ВЭУ: зависимости вырабатываемой мощности, момента ветроколеса от скорости ветра.
7.	5	Расчет статических характеристик ВЭУ: частоты вращения и угла поворота лопасти как функции скорости ветра.
8.	5	Расчет вырабатываемой ВЭУ за год мощности.
7 семестр		
9.	6	Решения задач динамики ВЭУ, независимые координаты, динамические режимы. Обсуждение задания на курсовую работу.
10.	6	Уравнение вращательного движения ветроколеса и уравнение поворота лопасти. Методы численного интегрирования уравнений движения.
11.	6	Расчет режима запуска ВЭУ.
12.	6	Расчет режима торможения ВЭУ.
13.	8	Анализ картины обтекания ветроколеса, штанговый и верхний приемники воздушного давления.
14.	8	Метеорологические методы измерения скорости.
15.	9	Распределение Вейбулла. Функция распределения. Плотность распределения.
16.	9	Оптимизация частоты вращения: метод, алгоритмы и программа расчета.

4.3. Домашние задания

№	Тема задания	неделя
6 семестр		
Д1	Повторение материалов лекций и изучение рекомендованной литературы по разделу 1.	1-3
Д2	Повторение материалов лекций и изучение рекомендованной литературы по разделу 2. Изучение результатов и завершение аудиторного практического занятия.	4-9
Д3	Повторение материалов лекций и изучение рекомендованной литературы по разделу 3. Изучение результатов и завершение аудиторного практического занятия.	10-16
Д4	Повторение пройденного учебного материала. Подготовка к зачету	17
7 семестр		
Д1	Повторение материалов лекций и изучение рекомендованной литературы по разделу 7.	1-3
Д2	Повторение материалов лекций и изучение рекомендованной литературы по разделу 7. Изучение результатов и завершение аудиторного практического занятия.	4-9
Д3	Повторение материалов лекций и изучение рекомендованной литературы по разделу 10. Изучение результатов и завершение аудиторного практического занятия.	10-16
Д4	Повторение пройденного учебного материала. Подготовка к экзамену	17

5. Образовательные технологии

5.1. Методические рекомендации для студентов:

Рабочей программой настоящей дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме, определяемом учебным планом. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- выполнение контрольной работы и сдаче зачетов и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей настоящей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, сайтов и обучающих программах, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Правила выполнения и оформления домашних работ:

В процессе самостоятельного изучения настоящего курса каждый студент должен выполнить домашние работы с защитой у преподавателя. Эти работы позволяют определить степень усвоения студентом учебного материала и предусматривают:

1. Самостоятельную работу с учебной литературой.
2. Самостоятельная практическая работа.

Перечень обязательных видов работы студентов:

1. Посещение лекционных и практических занятий
2. Выполнение практических заданий
3. Выполнение домашних практических работ
4. Работа с Интернет-источниками
5. Чтение рекомендованной литературы

Преподаватель оценивает работу на основании индивидуальной защиты результатов практических занятий. Студенты, не выполнившие практические работы в достаточном объеме, получают неудовлетворительную оценку.

5.2. Методические указания к практическим (семинарским) занятиям

Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивном режиме по технологии работы в команде. Содержанием практических занятий является решение задач и проведение консультаций.

Организация занятий следующая:

- в начале занятия объявляется его тема, и ставятся познавательные цели;
- преподавателем демонстрируется вариант решения одной из типовых задач (при необходимости);
- студенты поочерёдно выполняют решение задачи у доски;
- в ходе демонстраций решений проводятся коллективные обсуждения, выявляются ошибки и недочеты;
- при решении задач на подбор сечений группа студентов разбивается на команды, каждая из которых проводит проверочный расчёт одного из сечений;

- преподаватель подводит итоги работы команд, оценивает степень достижения поставленных целей, объявляет тему следующего занятия.

5.3. Методические рекомендации для преподавателей:

Одной из задач преподавателей, ведущих занятия по настоящей дисциплине является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их инженерами, специалистами. Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения.

Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие студентов в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия; индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования по разделам дисциплины Интернет-ресурсов, университетской библиотеки.

Содержание занятий определяется календарным планом. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель должен выдать задание студенту в виде задач по пропущенной теме занятия.

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль проводится с целью определения качества усвоения материала. Контроль проводится в виде сдачи всеми без исключения студентами контрольных заданий – задач во время проведения практических занятий или во время самостоятельной подготовки. В материалы письменных опросов студентов включаются и темы, предложенные им для самостоятельной подготовки. В течение работы над освоением дисциплины студенты, руководствуясь календарным планом, выполняют курсовую работу.

Промежуточный контроль по курсу. Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачет (6 семестр) экзамен (7 семестр). Оценка выставляется на основе оценочных средств контроля.

Интерактивные образовательные технологии

Содержанием внеаудиторной самостоятельной работы студентов является интерактивная работа с учебным материалом дисциплины по электронному комплексу лекций, по учебным пособиям.

Студент имеет полную свободу выбора траектории обучения. По каждой дидактической единице (параграфу) учебного материала предусмотрен самоконтроль. В конце каждой главы пособия приведены задания для самоконтроля и примеры решений задач, на каждый раздел курса предусмотрено домашнее задание.

Итогом самостоятельной работы студента по разделу дисциплины в совокупности с работой на аудиторных занятиях является оценка по разделу.

Таблица: Интерактивные образовательные технологии

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	семинары	Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивном режиме по технологии работы в команде	51
6	лекции	Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивном режиме по технологии работы в команде	17
7	семинары	Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивном режиме по технологии работы в команде	34
	лекции	Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивном режиме по технологии работы в команде	34
Итого:			136

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль осуществляется в виде защиты выполненных в ходе семинаров практических заданий и выполнения контрольных работ. Для получения зачета необходимо выполнить все практические задания, заданные в течение семестра. Каждая выполненная работа, должна быть защищена.

Методика формирования результирующей оценки: Контроль усвоения студентами пройденного материала осуществляется непрерывно в виде проверки преподавателем и защитой студентом решения практических задач. Защита каждого задания проводится в индивидуальном порядке.

В конце семестра оценка определяется исходя из числа выполненных и защищенных студентом практических работ. Каждая работа оценивается по 5-ти бальной системе. Общая оценка определяется усреднением оценки по итогам выполненных заданий в течение семестра.

Если выполненных заданий не достаточно для получения положительной оценки, студент имеет возможность добрать недостающее количество баллов в течение зачетной недели, выполнив дополнительные задания преподавателя из числа нереализованных задач. В этом случае допускается упрощение формулировки задания в сочетании с проведением контрольного опроса по разделам курса.

Методика формирование экзаменационной оценки:

“5” – «отлично»: даны все ответы на теоретические вопросы курса, что демонстрирует глубокие знания основных понятий курса.

“4” – «хорошо»: частично даны ответы на теоретические вопросы (75% верных ответов от общего количества вопросов), что демонстрирует хорошие знания основных понятий курса.

“3” – «удовлетворительно»: количество верных ответов на теоретические вопросы составляет 50% от их общего количества, что демонстрирует посредственные знания основных понятий курса.

“2” – «неудовлетворительно»: количество верных ответов на теоретические вопросы менее 50%, данные ответы содержат принципиальные ошибки и демонстрирует низкий уровень знания основных понятий курса.

6.1. Курсовая работа.

Курсовая работа «Система автоматического управления ветроэнергетической установкой» должна включать обоснованный выбор в соответствии с заданием основных параметров ветроэнергетической установки (ВЭУ), описание структурной схемы и работы системы автоматического управления ВЭУ, расчет статических, динамических и энергетических характеристик ВЭУ, оптимизацию частоты вращения энергетической установки по критерию максимума вырабатываемой за год электроэнергии. Должна быть описана система безопасности ВЭУ и выбраны ее основные характеристики на основании анализа процесса аэродинамического торможения.

Вопросы для подготовки к зачету (6 семестр):

1. Основы современной энергетики.
2. Прогнозы по запасам углеводородного топлива.
3. Возобновляемые источники энергии. Ветроэнергетика.
4. Национальные программы развитых стран в области ветроэнергетики.
5. Развитие ветроэнергетики в Советском Союзе и России.
6. Газотурбинные установки на базе авиационных двигателей.
7. Ветроэнергетика как наукоемкая область техники.
8. Состав и основные технические характеристики ветроэнергетических установок (ВЭУ).
9. Классификация ВЭУ.
10. Управление в технических системах. Принципы управления.
11. Жесткое управление.
12. Регулирование.
13. Настройка.
14. Структура САУ.
15. Информация и управление.
16. Математические модели систем управления.
17. Типы преобразований: функция, функционал, оператор.
18. Звено. Статическая характеристика звена.
19. Линеаризация. Линейные системы автоматического управления.
20. Динамические характеристики линейных систем. Элементарные звенья. Звено запаздывания.
21. Устойчивость. Устойчивость равновесия. Устойчивость по Ляпунову.
22. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста.
23. Запасы устойчивости. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
24. Регуляторы прямого действия. Поплавковые регуляторы.
25. Центробежный регулятор поворота лопастей ветродвигателя.
26. Система управления ВЭУ: назначение, состав, структурная схема.
27. Контур управления частотой вращения и канал ориентации на ветер.
28. Режимы работы ВЭУ. связь между ними и условия перехода из одного режима в другой.
29. Энергия ветрового потока, механическая мощность, электрическая мощность, механический и электрический КПД.
30. Ветер. Скорость ветра: мгновенная и средняя. Ветроэнергетический кадастр.
31. Повторяемость ветра. Быстроходность. Вращательный момент.
32. Коэффициент момента и коэффициент использования ветра.
33. Рабочие характеристики ветродвигателя.
34. Статические характеристики ВЭУ: зависимости вырабатываемой мощности, момента ветроколеса как функции скорости ветра.

35. Статические характеристики ВЭУ: зависимости частоты вращения и угла поворота лопасти как функции скорости ветра.

Вопросы, выносимые на экзамен (7 семестр):

1. Динамика ВЭУ как раздел аэромеханики. Методы решения задач динамики ВЭУ, независимые координаты, динамические режимы.
2. Уравнение вращательного движения ветроколеса и уравнение поворота лопасти.
3. Демпфирующий и шарнирный моменты.
4. Методы численного интегрирования уравнений движения.
5. Режим запуска. Методы запуска: автономный, принудительный, последовательный и комбинированный.
6. Момент трогания и момент трения. Программа запуска.
7. Режим торможения. Аэродинамическое торможение. Перерегулирование по угловой скорости.
8. Определение системы безопасности. Тормозная система. Общая концепция безопасности.
9. Рабочая тормозная система. Аварийная тормозная система. Типы аварийных систем.
10. Общая концепция безопасности применительно к ВЭУ Р-1. Требования к тормозной системе.
11. Сигналы безопасности. Отказные ситуации и реакции на отказные ситуации: аварийный останов, принудительное флюгирование.
12. Сигналы безопасности. Отказные ситуации и реакции на отказные ситуации: понижение мощности и работа при частичные отказах.
13. Математическая модель генератора.
14. Многомашинные системы генерирования энергетический, динамический и электрический аспекты их применения.
15. Измерительные устройства: потенциометр, датчики угловой скорости (центробежные, гирокопических, фотометрические и тахогенераторы), акселерометр.
16. Гидравлический рулевой привод.
17. Система измерения параметров ветра. Анализ картины обтекания ветроколеса, штанговый и верхний приемники воздушного давления. Метеорологические методы измерения скорости. Анемометр и румбометр.
18. Распределение Вейбулла. Функция распределения. Плотность распределения.
19. Свойства распределения Вейбулла, связь параметров со средней скоростью ветра.
20. Оптимизация частоты вращения: метод, алгоритмы и программа расчета.
21. Математическая модель и математическое моделирование системы управления.
22. Проведение полунатурного моделирования: методология, этапность, интерпретация результатов.

**Государственный университет «Дубна»
Кафедра Физико-технических систем**

Направление: Электроэнергетика и электротехника

Дисциплина: Системы автоматического управления (7 семестр)

Экзаменационный билет № 1

1. 1. Сигналы безопасности. Отказные ситуации и реакции на отказные ситуации: понижение мощности и работа при частичные отказах.
2. Математическая модель генератора.

Заведующий кафедрой

А.И. Малахов

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1.Основная

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления: учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: Издательство Юрайт, 2015г.
2. Малафеев С. И. Основы автоматики и системы автоматического управления: учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2010г.
3. Теория автоматического управления. Часть I. Теория линейных систем автоматического управления. Под редакцией А .А. Воронова – М.: Высшая школа, 1986г.
4. Ружинский М.А. Система управления ветроэнергетической установкой. Учебно-методическое пособие. Рукопись, Дубна, 2009.

2.Дополнительная

1. Дьяков А.Ф., Перминов Э.М., Шакарян Ю.Г. Ветроэнергетика России. Состояние и перспективы развития. – М.: Издательство МЭИ, 1996.
2. Фатеев Е.М. Ветродвигатели и ветроустановки. М.: ОГИЗ – Сельхозгиз, 1949.

3. Матвеева Л.С., Плотников А.А. Оптимизация параметров ветроэнергетической установки по критерию максимальной выработки электроэнергии, С-Пб, Научно-технические ведомости, № 6, 2006 г.
4. Сабинин Г.Х. Теория регулирования быстроходных ветродвигателей поворотом лопастей центробежным регулятором. – в сборнике «Промышленная аэродинамика». – М.: ЦАГИ – Гособоронгиз, 1957.
5. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения. ГОСТ Р 51237-98. М.: Госстандарт России.
6. Нетрадиционная энергетика. Ветровые турбогенераторные системы. Требования безопасности. М.: Госстандарт России, 2003г.

7.3. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

При выполнении практических и домашних занятий предусмотрено использование компьютера для освоения учебного материала и подготовке домашних заданий.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория, оборудованная доской, компьютером, оверхедом.