

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электротехнических комплексов
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Диагностика и надежность электромеханических систем

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 4 5, семестры : 8 9

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	8	9
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	4
2	Всего часов	0	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	16
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	2	1
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		8
10	Самостоятельная работа, час.	0	126
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭТК, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017
ЭАПУ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Малозёмов Б. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Щуров Н. И.
профессор, д.т.н. Аносов В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
37. знать методы и способы осуществления технического контроля и испытания оборудования и объектов электрического транспорта	
38. знать методики проведения проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса оборудования	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Диагностика и надежность электромеханических систем</i>	
ПК.5.37 знать методы и способы осуществления технического контроля и испытания оборудования и объектов электрического транспорта	
1.37. знать методы и способы осуществления технического контроля и испытания оборудования и объектов электрического транспорта	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.5.38 знать методики проведения проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса оборудования	
2.38. знать методики проведения проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса оборудования	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Общие положения теории надежности				
1. Основные понятия и определения надежности	2	2	1, 2	Количественные показатели надежности технических и программных средств автоматизации Качественные показатели надежности. Их физический, аппаратный, информационный аспекты. Изменение технического состояния объектов в процессе эксплуатации.
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Общие положения теории диагностики				

3. Общие положения теории диагностики	0	4	1, 2	Методы определения показателей надежности. Надежность и эффективность средств автоматизации. Методы повышения надежности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Функциональное и тестовое диагностирование. Формализованная модель объекта, алгоритмы диагностирования. Задачи диагностирования. Задачи прогнозирования. Диагностирование-средство повышения надежности на стадии эксплуатации Основные понятия и определения, связанные с технической диагностикой. Техническая диагностика, дефект, обнаружение дефекта, неисправное и неработоспособное состояние объекта, определение технического состояния объекта. Дискретные и непрерывные объекты. Структурные и структурно-аналитические модели объектов. Функциональное представление объектов диагностирования. Логические модели и графы причинно-следственных связей. Методы интегральной диагностики Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств, алгоритмы диагностирования
---------------------------------------	---	---	------	---

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Методы повышения надежности				

1. Классификация отказов. Схемы формирования отказов в системах автоматизации.	1	2	2	Знакомство с методами анализа схем формирования отказов в системах автоматизации, классификация отказов. Решение практических задач по анализу схем формирования отказов.
---	---	---	---	---

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Методы повышения надежности				
2. Схема формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах	0	15	2	Схема формирования отказов в системах автоматизации управления и программно-технических средствах. Классификация отказов. Система обеспечения надежности. Методы повышения надежности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Диагностирование-средство повышения надежности на стадии эксплуатации.
Дидактическая единица: Алгоритмы функционирования средств диагностики				
4. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств, алгоритмы диагностирования	0	16	1	Глубина поиска дефектов и достоверность диагностирования. Алгоритмы функционирования технических средств диагностирования.
Дидактическая единица: Диагностика средств автоматизации				
1. Методы и средства диагностики объектов автоматизации.	0	30	2	Изучение современных методов и средств диагностики нефтегазового оборудования.
5. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств, алгоритмы диагностирования	0	25	1	Методы и средства диагностирования устройств АС. Организация диагностирования САУ на предприятиях. Анализ устройств САУ как объектов диагностирования. Задачи диагностирования устройств АС. Методы и средства диагностирования устройств АС по интегральным параметрам.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 9				
1	РГЗ	1, 2	20	4
: Малоземов Б. В. Диагностика и надежность электромеханических систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малоземов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233471 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2	20	4
: Малоземов Б. В. Диагностика и надежность электромеханических систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малоземов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233471 . - Загл. с экрана.				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2	86	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Малоземов Б. В. Диагностика и надежность электромеханических систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малоземов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233471 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:kaf_etk@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:kaf_etk@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 9		
РГЗ:	30	60
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Малоземов Б. В. Диагностика и надежность электромеханических систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малоземов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233471 . - Загл. с экрана."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Малоземов Б. В. Диагностика и надежность электромеханических систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малоземов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233471 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.5	37. знать методы и способы осуществления технического контроля и испытания оборудования и объектов электрического транспорта	+	+
	38. знать методики проведения проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса оборудования	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Калугин М. В. Диагностика и надежность электромеханических систем транспортного комплекса : учебник / М. В. Калугин, В. В. Бирюков. - Новосибирск, 2015. - 232, [3] с. : ил., табл., схемы
2. Тимошенко Н. И. Диагностика и надежность ЭМС. Датчики, методы и устройства измерений : [учебное пособие] / Н. И. Тимошенко, С. И. Пласин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 111 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000042124

Дополнительная литература

1. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. - М., 1978. - 238, [1] с. : табл., схемы

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Малоземов Б. В. Диагностика и надежность электромеханических систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малоземов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233471. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Используется для демонстрации слайдов и презентаций

Новосибирск 2017

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Диагностика и надежность электромеханических систем приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	37. знать методы и способы осуществления технического контроля и испытания оборудования и объектов электрического транспорта	Классификация отказов. Схемы формирования отказов в системах автоматизации. Основные понятия и определения надежности Методы определения показателей надежности, надежность и эффективность систем автоматизации Выбор показателей надежности их расчет .		Экзамен, вопросы 17-33
ПК.5/ПТ	38. знать методики проведения проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса оборудования	Диагностирование-средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Основные понятия и определения диагностики. Анализ устройств АС как объектов диагностирования. Методы повышения надежности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Анализ систем управления с точки зрения надежности.	РГЗ, разделы 1-6	Экзамен, вопросы 1-16

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.5/ПТ.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 9 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.5/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Диагностика и надежность электромеханических систем», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-16, второй вопрос из диапазона вопросов 17-33 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Диагностика и надежность электромеханических систем»

1. Основные задачи теории надежности, математический аппарат теории надежности.
2. Рекуррентные алгоритмы синтеза локальных технических систем минимальной сложности с заданным уровнем надежности.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭТК _____ д.т.н., профессор, Щуров Н.И.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 21-26 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 27-34 *баллов*.

• Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, оценка составляет 35-40 *баллов*.

3. Шкала оценки

Итоговая оценка в баллах по дисциплине составляется из суммы баллов, полученных в результате выполнения РГЗ (максимум 60 баллов) и сдачи экзамена (максимум 40 баллов) в письменной форме.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
98-100	A+	отлично	зачтено
93-97	A		
90-92	A-		
87-89	B+		
83-86	B	хорошо	
80-82	B-		
77-79	C+		
73-76	C		
70-72	C-	удовл.	
67-69	D+		
63-66	D		
60-62	D-		
50-59	E		
25-49	FX	неуд.	незачтено
0-24	F		

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Диагностика и надежность электромеханических систем»

1. Основные задачи теории надежности, математический аппарат теории надежности.
2. Основные понятия надежности: элемент и система, работоспособность и отказ элемента; классификация отказов.
3. Основные составляющие надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность.
4. Функциональные показатели надежности: функции надежности (риска), функции восстановления (не восстановления), плотность и интенсивность отказов (восстановления), готовность системы.
5. Взаимосвязь функциональных показателей.
6. Числовые показатели надежности: средняя наработка на отказ (восстановление), дисперсия наработки, гамма-ресурс, коэффициенты готовности и оперативной готовности.
7. Теоретические законы распределения вероятности наработки: Вейбулла, экспоненциальный, нормальный, усеченный и логарифмический нормальный.

8. Определенные испытания элементов (систем) на надежность.
9. Планирование испытаний, методика экспериментирования, обработка результатов испытаний при определении статических распределений и точечных (интервальных) оценок показателей надежности.
10. Контрольные испытания технических элементов и систем.
11. Понятие ошибок первого и второго рода, риски изготовителя и пользователя.
12. Оценивание показателей надежности и ремонтпригодности по результатам наблюдения за функционирующими элементами и системами.
13. Анализ безизбыточных невосстанавливаемых технических систем; структурная надежность схема.
14. Расчет системных показателей надежности по характеристикам надежности элементов.
15. Способы повышения надежности нерезервирования нагруженных систем.
16. Критерии оптимальности, управления, связи, ограничения.
17. Анализ методов решения комбинаторных оптимизационных задач на условный экстремум функций.
18. Рекуррентные алгоритмы синтеза локальных технических систем минимальной сложности с заданным уровнем надежности.
19. Понятие сложной системы в теории надежности.
20. Показатели технической эффективности, технические состояния системы, вероятности возникновения дискретных состояний.
21. Уравнения Колмогорова для вычисления вероятностей состояний.
22. Анализ задачи оценивания эффективности системы, способы понижения размерности задачи: «укрупнение» элементов, введение функциональных состояний, композиция «близких» состояний и др.
23. Электромеханическая система как сложная восстанавливаемая система, анализ ее эффективности при разных понятиях состояния.
24. Программно-техническое резервирование, нагруженные и ненагруженные режимы функционирования резервированной системы.
25. Виды резервирования: временное, программное, информационное.
26. Зависимость показателей надежности ПО от числа ошибок в программах, различие показателей надежности ПО и технических систем.
27. Понятие ошибки и отказа программы и программного обеспечения (ПО). Классификация ошибок и отказов на стадии эксплуатации ПО.
28. Основные понятия, термины и ГОСТы диагностики технических систем.
29. Связь диагностики с надежностью электромеханических систем. Оперативная диагностика технологического оборудования и систем электромеханики.
30. Рабочее и тестовое диагностирование; прогнозное диагностирование.
31. Постоянное, периодическое и эпизодическое диагностирование технологических систем.
32. Оперативная диагностика программных систем.
33. Автоматизация процесса диагностирования ПО.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Диагностика и надежность электромеханических систем», 9 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны определить параметры диагностирования и рассчитать параметры надежности электромеханических систем в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Функциональное описание объекта.
2. Определение диагностических признаков и параметров объекта.
3. Разработка аппаратной системы диагностирования.
4. Составление вероятностно-статистической модели изменения технического ресурса.
5. Составление диагностической модели изменения технического ресурса.
6. Сравнение моделей, результаты, выводы.

Оцениваемые позиции:

- полнота выполнения работы;
- точность вычислений;
- наличие промежуточных вычислений.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 30-40 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 41-50 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 51-60 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Итоговая оценка в баллах по дисциплине составляется из суммы баллов, полученных в результате выполнения РГЗ (максимум 60 баллов) и сдачи экзамена (максимум 40 баллов) в письменной форме.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
98-100	A+	отлично	зачтено
93-97	A		
90-92	A-		
87-89	B+		
83-86	B	хорошо	
80-82	B-		
77-79	C+		
73-76	C		
70-72	C-	удовл.	
67-69	D+		
63-66	D		
60-62	D-		
50-59	E		
25-49	FX	неуд.	незачтено
0-24	F		

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Диагностирование и определение надежности системы управления режимами работы тяговой подстанции метрополитена.
2. Диагностирование и определение надежности системы управления трамвая.
3. Диагностирование и определение надежности автоматической системы управления троллейбуса.