

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет мехатроники и автоматизации

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФМА

профессор, д.т.н. Щуров
Николай Иванович

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Диагностика и надежность автоматизированных систем

ООП: специальность 220301.65 Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям)

Шифр по учебному плану: ОПД.Ф.10

Факультет: мехатроники и автоматизации очная форма обучения

Курс: 3, семестр: 5

Лекции: 36

Практические работы: 18 Лабораторные работы: -

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 5

Самостоятельная работа: 46

Экзамен: - Зачет: 5

Всего: 100

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 657900 Автоматизированные технологии и производства.(№ 514 тех/дс от 28.02.2001)

ОПД.Ф.10, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электропривод и автоматизация промышленных установок протокол № 3 от 30.05.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Путинцев Николай Николаевич

Заведующий кафедрой

доцент, д.т.н.

Аносов Владимир Николаевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, д.т.н.

Аносов Владимир Николаевич

1. Внешние требования

ОПД.Ф.06	Диагностика и надежность автоматизированных систем: Основные понятия и определения надёжности. Качественные показатели надёжности технических и программных средств автоматизации. Методы определения показателей надёжности; надёжность и эффективность систем автоматизации. Схема формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах. Классификация отказов. Система обеспечения надёжности. Методы повышения надёжности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Диагностирование – средство повышения надёжности на стадии эксплуатации. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Алгоритмы диагностирования.	100
----------	--	-----

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Требования Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС) (регистрационный номер 514-ТЕХ/ДС от 28.02.2001) по направлению подготовки дипломированного специалиста 220301 (210200) - "Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтяной и газовой промышленности)".
Адресат курса	Курс " Диагностика и надежность автоматизированных систем" изучается студентами 3-го курса, обучающимися на факультете мехатроники и автоматизации по специальности 220301 " Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтяной и газовой промышленности)"
Основная цель (цели) дисциплины	Дать студентам знания по вопросам диагностики оборудования, а так же для количественной оценки надежности элементов систем управления, о способах повышения надежности в процессе их разработки и эксплуатации.
Ядро дисциплины	Принципы технической диагностики Анализ технического состояния объекта диагностирования по результатам диагностической процедуры с целью прогнозирования его ресурса. Методы расчета количественных показателей надежности и способы их повышения.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Для успешного изучения данной дисциплины необходимы знания по предметам: "Теория вероятностей", "Теория автоматического управления", "Основы программирования" Знания, полученные при изучении данной дисциплины, являются базовыми при изучении специальных дисциплин.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения данной дисциплины необходимо знать: теоремы сложения и умножения вероятностей, порядок расчета вероятностей случайных событий по результатам эксперимента, по заданному закону распределения случайной величины. - принцип действия и устройство исполнительных и информационно-измерительных элементов систем управления устройствами транспортировки нефтепродуктов; - структуру программных средств управления системами автоматизации.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Аттестация по дисциплине предусматривает модульно-рейтинговую систему организации и контроля качественного выполнения РГЗ, подготовки к практическим занятиям, самостоятельной работы и изучения лекционного материала.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О предмете научной дисциплины "Техническая диагностика".
2	О критериях надежности и мероприятиях, проводимых с целью повышения надежности.
знать	
3	Соотношения для расчета показателей надежности элементов систем управления при внезапных отказах
4	Особенности оценки надежности программных средств;
5	Методы повышения надежности, соотношения для расчета показателей надежности при резервировании
6	Основы разработки алгоритмов диагностики оборудования
уметь	
7	Формулировать задачу по расчету показателей надежности объектов управления;
8	Рассчитывать показатели надежности элементов и систем при внезапных отказах.
иметь опыт (владеть)	
9	Расчета надежности простейших устройств автоматики

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5		
Модуль: Технические стандарты по диагностике технических систем.		
Дидактическая единица: стандарты		
ГОСТ: 20911-89- "Техническая диагностика. Термины и определения", ГОСТ26656-85 "Контролепригодность - приспособленность к технической диагностике Общие требования".	4	1, 6
Модуль: Показатели надежности		
Дидактическая единица: Качественные показатели надёжности технических и программных средств автоматизации. Методы определения показателей надежности; надежность и эффективность систем автоматизации.		
Тема1.Необходимые сведения из теории вероятностей. Тема2. Показатели надежности.	8	3, 7, 9
Модуль: Расчет показателей надежности		

Дидактическая единица: Схема формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах. Классификация отказов		
Тема 1. Расчет показателей надежности элементов автоматизированных систем. Тема 2. Расчет показателей надежности систем.	12	2, 3, 4, 8, 9
Модуль: Методы повышения надежности		
Дидактическая единица: Система обеспечения надёжности. Методы повышения надёжности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств.		
Тема1.Способы повышения надежности нерезервированных систем. Способы резервирования. Оценка эффективности резервирования Резервирование элементов с двумя типами отказов: "обрыв", "короткое замыкание"	8	1, 6
Модуль: Техническая диагностика		
Дидактическая единица: Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Алгоритмы диагностирования.		
Тема. Техническая диагностика как метод повышения надежности. Необходимые сведения из теории информации: единица измерения информации, энтропия. Принципы построения диагностических алгоритмов. Алгоритмы поиска неисправностей электрооборудования. Контроль качества и надежности массовой продукции.	4	2, 7, 9

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5			
Модуль: Технические стандарты по диагностике технических систем.			
Дидактическая единица: стандарты			
Расчет остаточного ресурса технических устройств	Рассчитывается остаточный ресурс системы управления по заданным значениям диагностического параметра	2	1, 9
Модуль: Показатели надежности			

Дидактическая единица: Качественные показатели надёжности технических и программных средств автоматизации. Методы определения показателей надёжности; надёжность и эффективность систем автоматизации.			
Применение теорем сложения и умножения вероятностей в расчетах показателей надёжности. Расчет интервальных оценок для числовых характеристик случайных величин - показателей надёжности	Решаются задачи: - по оценке вероятности того, что заданного числа запасных деталей достаточно для обслуживания машин в течении заданного срока; - рассчитывается необходимое число запасных деталей достаточное с заданной уверенностью для обслуживания определенного количества машин.	4	2, 3
Модуль: Расчет показателей надёжности			
Дидактическая единица: Схема формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах. Классификация отказов			
Расчет показателей надёжности элементов автоматизированных систем с учетом условий эксплуатации.	Рассчитываются показатели надёжности для элементов и систем при последовательном соединении элементов. Изучаются способы учета условий эксплуатации для элементов, отказы которых имеют различную природу	6	3, 9
Модуль: Методы повышения надёжности			
Дидактическая единица: Схема формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах. Классификация отказов			
Расчет показателей надёжности	Рассчитываются	4	3, 5, 8

резервированных устройств	показатели надежности при различных схемах резервирования. Определяется схема резервирования и оптимальная кратность резервирования элементов, имеющих два типа отказов- "короткое замыкание", "обрыв"		
Модуль: Техническая диагностика			
Дидактическая единица: Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Алгоритмы диагностирования.			
Количественные характеристики планов контроля	По оперативной характеристике плана контроля рассчитываются риск поставщика и риск приемщика	2	1, 2

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 5, Подготовка к зачету

При подготовке к зачету следует обратить внимание на темы вынесенные на самостоятельную проработку.

Разделы теории вероятностей: случайное событие (теоремы умножения и сложения вероятностей).

Необходимо так же повторить содержание РГЗ.

На подготовку к зачету планируется 12 часов.

Семестр- 5, РГЗ

Расчетно-графическое задание (РГЗ) выполняется в рамках самостоятельной работы. Целью РГЗ является закрепление знаний, полученных в лекционном курсе и на практических занятиях.

Содержание РГЗ определяется следующими пунктами задания.

Часть 1. По заданным (таблица 3.2) результатам испытаний защитного устройства решить следующие задачи.

1.Определить среднее время безотказной работы устройства. Считая, что закон распределения времени работы соответствует заданному, рассчитать границы доверительного интервала для среднего времени безотказной работы, с заданной достоверностью.

2. Построить график функции распределения для времени безотказной работы по результатам испытаний и сравнить его с графиком функции распределения заданного закона. Определить значение вероятности безотказной работы по обоим графикам за заданное время.

Часть 2. Задана силовая схема источника питания и условия его эксплуатации: температура окружающей среды, коэффициенты нагрузки элементов, влажность, уровень вибраций, соотношение между отказами типа "обрыв" и "короткое замыкание".

Считая отказы внезапными, определить:

- 1) вероятность безотказной работы за 5000 часов;
- 2) как изменится вероятность безотказной работы, если диоды зарезервировать.

На выполнение РГЗ планируется 24 часа

Семестр- 5, Подготовка к занятиям

По программе предусмотрено 18 часов на подготовку к лекциям и 9 часов на подготовку к практическим занятиям. Подготовка к практическим занятиям проводится по соответствующим темам.

Тема 1. Теорема сложения вероятностей, Теорема умножения вероятностей. Случайная величина, расчет числовых характеристик. Расчет интервальных оценок для числовых характеристик случайных величин - показателей надежности. - 4 часа.

Тема 2. Расчет показателей надежности элементов систем управления с учетом условий эксплуатации. - 6 часов.

Тема 3. Расчет показателей надежности резервированных устройств - 4 часа.

Тема 4. Расчет характеристик планов контроля. - 3 часа.

Содержание решаемых на практических занятиях задач соответствует экзаменационным задачам (см. Вопросы и задачи к зачету).

На подготовку к занятиям планируется 10 часов.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Аттестация проводится по балльно-рейтинговой системе по следующим составляющим:

- практические занятия - 0 -20 баллов;
- расчетно-графическое задание:
 - своевременное выполнение (до 13 недели) - 10 баллов;
 - успешная защита - 5-10 баллов;
- посещаемость аудиторных занятий - 0 - 20 баллов;
- Зачет (ответы на теоретические вопросы) - 20 -40 баллов;

Студент, выполнивший РГЗ в установленный срок и набравший не менее 80 баллов получает зачет по курсу.

Студент пропустивший более 50% аудиторных занятий перед зачетом проходит предварительное собеседование.

Студент, не защитивший РГЗ не допускается к зачету.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Шишмарев В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. - М., 2010. - 303, [1] с. : ил., табл.
2. Яхьяев Н. Я. Основы теории надежности и диагностики : учебник / Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. - М., 2009. - 250, [1] с. : ил., табл. - Рекомендовано УМО.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Технические науки" / В. А. Острейковский. - М., 2003. - 463 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Барбашов Г. В. Надежность и эффективность систем управления : учебное пособие по специальности 210800 "Автономные информационные и управляющие системы" / Г. В. Барбашов ; Балт. гос. техн. ун-т "Военмех". - СПб., 2005. - 256 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
3. Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности : основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. - М., 1965. - 524 с. : черт.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Лыгина Н. И. Теория надежности : Метод. указ. к практ. занятиям для IY-У курсов АВТ дн. и заоч. отд. / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. Н. И. Лыгина. - Новосибирск, 1996. - 28с.
2. Надежность систем : методические указания к практическим занятиям по курсу "Надежность, эргономичность и качество автоматизированных систем обработки информации и управления" для 4 курса факультета автоматики и вычислительной техники (специальность 220200) / Новосиб. гос. техн. ун-т; сост.: Н. И. Лыгина. - Новосибирск, 2004. - 40 с. : ил., табл.

В электронном виде

1. Надежность систем : методические указания к практическим занятиям по курсу "Надежность, эргономичность и качество автоматизированных систем обработки информации и управления" для 4 курса факультета автоматики и вычислительной техники (специальность 220200) / Новосиб. гос. техн. ун-т; сост.: Н. И. Лыгина. - Новосибирск, 2004. - 40 с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2768.rar>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ К ЗАЧЕТУ

1. Предмет теории надежности. Основные понятия теории надежности: надежность, безотказность, ремонтпригодность, отказ. Классификация отказов. Критерии надежности - признаки, по которым можно сравнить надежность различных устройств, показатели надежности.

Задача 1. Система привода представляется тремя последовательно соединенными (в смысле надежности) элементами: источник питания, двигатель, механизм. Среднее время безотказной работы каждого элемента задано: $T_{0и} = 104$ час. $T_{0д} = 2 \times 104$ час. $T_{0м} = 105$ час. Считая отказы элементов внезапными, определить среднее время безотказной работы и вероятность отказа всей системы.

2. Случайное событие. Сумма случайных событий, произведение случайных событий. Приведите пример применения теорем сложения и умножения вероятностей в расчетах надежности.

Задача 2. Система привода представляется тремя последовательно соединенными (в смысле надежности) элементами: источник питания, двигатель, механизм. Среднее время безотказной работы каждого элемента задано: $T_{0и} = 104$ час. $T_{0д} = 2 \times 104$ час. $T_{0м} = 105$ час. Считая отказы элементов внезапными, определить, как изменится вероятность отказа системы, если источник питания резервировать.

3. Случайная величина. Дайте определение функции и плотности распределения случайных величин, укажите их свойства. Привести пример закона распределения, используемого при расчетах надежности.

Задача 3. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта $K1$ и $K2$ разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта $K1$ ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если свободный контакт первого реле подключить параллельно ранее включенному $K1$?

4. Охарактеризовать биномиальное распределение сл. вел. Привести пример его применения при оценке надежности.

Задача 4. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта $K1$ и $K2$ разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта $K1$ ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если свободный контакт первого реле подключить последовательно ранее включенному $K1$?

5. Охарактеризовать экспоненциальное распределение случайной величины. Привести пример его применения при оценке надежности.

Задача 5. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта $K1$ и $K2$ разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта $K1$ ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если свободный контакт второго реле подключить последовательно ранее включенному $K1$?

6. Охарактеризовать нормальное распределение случайной величины. Привести пример его применения при оценке надежности.

Задача 6. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если оба свободных контакта подключить последовательно ранее включенным контактам?

7. Дайте определение функции от случайных величин и случайной функции. Приведите пример случайной величины, являющейся функцией других случайных величин.

Задача 7. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если оба свободных контакта подключить параллельно ранее включенным контактам?

8. Сформулируйте центральную предельную теорему теории вероятностей (теорема Ляпунова). Приведите пример ее применения при расчете показателей надежности.

Задача 8. Можно считать, что защитное устройство состоит из двух независимых в смысле надежности частей: электромагнитной и механической. Интенсивности отказов обеих частей заданы: $\lambda_э=10^{-3}$ [1/час]; $\lambda_м=10^{-4}$ [1/час]. Среднее время ремонта защитного устройства $T_{0в}=20$ час. Какова вероятность нормального функционирования устройства в течении 20000 час?

9. Дать определение понятиям "доверительный интервал", "доверительная вероятность". Привести и объяснить формулы, позволяющие определить границы доверительных интервалов для параметров различных законов распределения.

Задача 9. Можно считать, что защитное устройство состоит из двух независимых в смысле надежности частей: электромагнитной и механической. Интенсивности отказов обеих частей заданы: $\lambda_э=10^{-3}$ [1/час]; $\lambda_м=10^{-4}$ [1/час]. Как изменится среднее время безотказной работы и вероятность безотказной работы защиты в течении 20000 час. Если устройство зарезервировать таким же?

10. Перечислите известные Вам показатели надежности, применяемые для оценки надежности невосстанавливаемых устройств. Дайте им определение. Укажите взаимосвязь между ними.

Задача 10. На производстве используется 5 одинаковых устройств. Вероятность отказа в течение года каждого устройства равна 0,1. Какова вероятность того, что одного запасного устройства на год достаточно для обеспечения бесперебойной работы производства?

11. Объясните порядок расчета надежности систем при внезапных отказах и последовательном соединении элементов.

Задача 11. Двигатель мощностью $N_H=100$ кВт питается от трех преобразователей, мощностью по 40 кВт, соединенных параллельно. Вероятность того, что нагрузка на двигатель будет $N > 0,4N_H$ равна 0,5, а $P(N > 0,8N_H) = 0,2$. Вероятность отказа каждого преобразователя в этих условиях эксплуатации равна $q=0,1$. Определить вероятность отказа привода, если за отказ считать перегрузку преобразователей или выход из строя всех преобразователей.

12. Перечислите и дайте определение известным Вам показателям надежности восстанавливаемых устройств.

Задача 12. На испытаниях находится 100 устройств защиты. Каково должно быть их суммарное время работы до первого отказа, чтобы с уверенностью 90% можно было утверждать, что среднее время безотказной работы устройства не менее 1000 часов?

13. Охарактеризуйте проблему расчета надежности относительно параметрических отказов. Сформулируйте задачу по расчету надежности относительно параметрических отказов.

Задача 13. На испытаниях находится 100 устройств защиты. Каково должно быть их суммарное время работы до второго отказа, чтобы с уверенностью 90% можно было утверждать, что среднее время безотказной работы устройства не менее 1000 часов?

14. Охарактеризуйте известные Вам методы повышения надежности. Как учитываются условия эксплуатации при расчете надежности различных электротехнических элементов?

Задача 14. На испытания на надежность было установлено 150 одинаковых устройств. Первый отказ появился через 2000 часов. Какова вероятность того, что среднее время безотказной работы устройства не менее 20 000 часов?

15. Способы резервирования систем. Расчет надежности резервированных систем при общем постоянном резервировании.

Задача 15. На надежность испытывалось 10 устройств. За время испытаний $t_{И}$ отказов не было. С какой достоверностью можно утверждать, что вероятность безотказной работы за время равное $t_{И}$ будет не менее 0,9.

16. Перечислите известные Вам планы статистического контроля качества массовой продукции. Объясните смысл оперативной характеристики плана контроля.

Задача 16. . На производстве используется 5 одинаковых устройств. В среднем в течение года выходит из строя 2 устройства. Какова вероятность того, что одного запасного устройства на год достаточно для обеспечения бесперебойной работы производства?