


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

 Е.А. Малыгин  
« 05 » 12 2011 г.

**РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине ОПД.09 Основы технической диагностики  
(код и наименование дисциплины по учебному плану)

на 120 учебных часов

для специальности 190402 «Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте»,  
специализаций: 190402-01 «Автоматика и телемеханика связь на ж.д. транспорте»,  
190402-02 «Системы передачи и распределения информации на ж.д. транспорте»  
190402-06 «Микроэлектронные системы обеспечения безопасности движения поездов»  
(код и наименование специальности)


(Форма обучения – очная)


Екатеринбург  
2011

Программа курса составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и требований к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки специалиста по специальности 190402 – «Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте», квалификация «Инженер путей сообщения».

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «АТС на ж.д. транспорте» « 1 » декабря 2011 года, протокол № 3 .

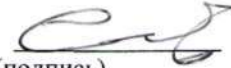
Заведующий кафедрой  / Коваленко В.Н. /  
(подпись) (расшифровка подписи)

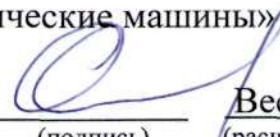
Разработчик: Коваленко В.Н., зав. каф. «А и Т на ж.д. тр-те»   
(ФИО, должность, наименование кафедры)

Декан: Башуров В.В., к. ф-м. н. доцент   
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Ракина Н.Л., ст. преподаватель   
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание )

Рецензент  Сергеев Б.С. док. тех. наук, профессор  
(подпись) (расшифровка подписи)  
кафедры «Электрические машины»

Рецензент  Веселов С.Н. главный инженер службы  
(подпись) (расшифровка подписи)  
сигнализации, централизации и блокировки ОАО «РЖД» филиала Свердлов-  
ская железная дорога.

Общее количество часов (трудоемкость) 120 часов

в том числе:

лекций 36 часа

практических занятий 18 часов

семинарских занятий \_\_\_\_\_ часов

лабораторных занятий \_\_\_\_\_ часов

самостоятельная работа 66 часов

Формы отчетности по дисциплине:

экзамен 7 семестр

Контрольные мероприятия:

Курсовая работа (семестр, количество) 7 семестр

Контрольные мероприятия (3- рейтинговые недели)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Общая характеристика программы курса .....	5
1. Тематический план организации курса .....	9
2. Содержание дисциплины .....	10
3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов .....	13
4. Перечень практических занятий (с аннотаций).....	14
5. Тематика курсовой работы .....	15
6. Вопросы к экзамену (зачету) .....	15
7. Понятийно-терминологический словарь курса .....	18
8. Литература .....	22
9. Дидактические материалы .....	23
10. Лист дополнений и изменений .....	24

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ КУРСА**

Эффективность перевозочного процесса на железнодорожном транспорте во многом определяются надежной и безопасной работой систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи (СЖАТС). Отказы этих систем приводят к задержкам поездов, а в худшем случае, могут приводить к аварийным ситуациям и к крушениям.

Поэтому к системам ЖАТС предъявляются повышенные требования по надежности и безопасности их работы. В то же самое время системы ЖАТС обладают особенностями, которые затрудняют решение задачи обеспечения их высокой надежности, для решения которой требуется проведение большого числа мероприятий. Среди них важнейшее значение имеют те, которые связаны с поиском и устранением повреждений.

Поэтому изучение дисциплины «Основы технической диагностики устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи» студентами специальности «Автоматика, телемеханика и связь» необходимо, так как в процессе своей будущей деятельности они в той или иной мере будут сталкиваться с вопросами обеспечения высокой надежности аппаратуры, поиска и устранения отказов, диагноза, генеза и прогноза состояния аппаратуры.

Изучению дисциплины «Основы технической диагностики» должно предшествовать изучение студентами дисциплины «Теория дискретных устройств автоматики и телемеханики».

Указывается, что в приложении даны тестовые задания (вопросы) для проверки остаточных знаний студентов.

В основу курса положена современная теория надежности элементов и систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, теория безопасного функционирования СЖАТ.

Целью изучения дисциплины является изучение студентами методов анализа работоспособности и поиска неисправностей в непрерывных и дис-

кретных устройствах автоматики, телемеханики и связи, которые являются основными элементами систем автоматического управления на железнодорожном транспорте.

Техническая диагностика занимается вопросами организации процессов определения технического состояния объектов, при изготовлении, эксплуатации, ремонте и хранении технических объектов, так как в этом случае возникает необходимость проверки их исправности, работоспособности, правильности функционирования и поиска неисправностей.

Объекты диагноза могут быть разделены на два класса:

- объекты с непрерывно изменяющимися параметрами;
- объекты с дискретно изменяющимися параметрами.

Класс дискретных объектов может быть, в свою очередь, поделен на два подкласса: дискретные комбинационные объекты и дискретные объекты с памятью.

Такая классификация позволяет выделить общие, существенные с точки зрения технической диагностики свойства объектов и в значительной мере абстрагироваться от специфических свойств объекта, которые определяются, например, физическими или энергетическими характеристиками их назначением, условиями применения и т.д. Специфические свойства объектов учитываются на этапах, предшествующих построению описывающих эти объекты математических моделей, а также на этапе физической реализации технических средств диагноза.

Техническая диагностика решает три типа задач по определению технического состояния объектов. К первому типу относятся задачи по определению состояния, в котором находится объект (система) в настоящий момент времени. Это – задачи диагноза. Задачами второго типа являются задачи по предсказанию состояния, в котором окажется объект в будущий момент времени. Это – задачи прогноза. К третьему типу относятся задачи определения состояния, в котором находился объект, в предыдущий момент времени, т.е. в прошлом. Это – задачи генеза.

В «жизни» любого объекта всегда можно выделить три этапа: этап производства, этап эксплуатации и этап хранения или нахождения в резерве.

Для любого объекта на каждом этапе его жизненного цикла задаются определенные технические требования. Желательно, чтобы объект всегда соответствовал этим требованиям, но в нем могут возникать неисправности, нарушающие эти требования. Тогда задача состоит в том, чтобы создать первоначально (на этапе производства) или восстановить нарушенное неисправностью (на этапах эксплуатации или хранения) соответствия объекта техническим требованиям. Решение этой задачи невозможно без непрерывного или эпизодического диагноза состояния объекта.

В зависимости от того, какая задача ставится при исследовании объекта диагноза, в технической диагностике выделяют четыре задачи диагноза.

Первая задача диагноза – проверка исправности, при которой решается задача обнаружения любой неисправности, переводящей систему из множества исправных состояний в множество неисправных состояний.

Вторая задача диагноза – проверка работоспособности, при которой решается задача обнаружения тех неисправностей, которые переводят системы из множества работоспособных состояний в множество отказовых состояний.

Третья задача – проверка правильности функционирования, решается во время рабочего функционирования системы. При решении этой задачи отслеживается момент возникновения в системе неисправности, которая нарушает ее нормальную работу, для того чтобы исключить недопустимое для нормальной работы влияние неисправностей. Решая эту задачу можно делать вывод о правильной работе системы только в данном режиме и в данный момент времени. В общем случае правильно работающий в данный момент времени объект может быть как неработоспособным, так и неисправным. Эта задача имеет важное значение для СЖАТ, выполняющих ответственные функции по регулированию движения поездов.

Четвертая задача диагноза – поиск неисправности, при которой решается проблема точного указания в системе неисправного элемента.

Задачи изучения дисциплины.

Изучив дисциплину студент должен:

1. Знать и уметь использовать математические модели, описывающих поведение реальных технических систем как объектов диагноза; основные методы построения проверяющих и диагностических тестов; способы испытаний и поиска дефектов в технических объектах; методы контроля систем в процессе функционирования.

2. Владеть формальными методами построения тестов и алгоритмов диагноза по структуре заданного устройства.

3. Иметь представление о техническом диагностировании микропроцессорных устройств.

Понятийно-терминологический словарь курса (глоссарий) приведен в разделе 7.

# 1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ОРГАНИЗАЦИИ КУРСА

Номер раздела, темы	Наименование раздела и темы	Количество часов				Рекомендуемая литература
		ВСЕГО	в том числе			
			лекции	семинары, практ. занятия	СРС	
		120	36	18	66	
1.	Введение. Основные понятия и определения.		2		2	/1/ - с. 109 –112, /3/- с. 9-17
2.	Задачи технической диагностики. Задачи диагноза.		2			/1/ - с. 110 –114, /3/ - с. 18-25
3.	Тесты диагностирования		2			
4.	Системы тестового и функционального диагностирования				4	/1/ - с. 114 –116. /3/ - с. 36-40
5.	Диагностирование непрерывных систем.		6	4	4	/1/ - с. 116 –124 /3/ - с. 30-52, 282-318, /10/ - с. 7-16
6.	Тестовое диагностирование дискретных объектов комбинационных схем.		12	8	6	/1/ - с. 124 –138, /3/ - с. 282-309, /10/ - с. 16-36
7.	Диагностирование последовательных схем (конечных автоматов).		4	2	6	/1/ - с. 138 –144, /3/ - с. 346-392
8.	Функциональное диагностирование дискретных объектов		4	4	8	/2/ - с. 112-123, /4/ - с. 22-30, с. 47-62 /5/ - с. 5-21 /7/ - с.22-38
9.	Диагностирование микропроцессоров и микропроцессорных систем.		4		6	/6/ - с. 125-146, /5/ - с. 197-211
10.	Системы технической диагностики и мониторинга: АПК-ДК, АДК-СЦБ, АСДК.				30	/11,..., 16/



## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основные понятия и определения технической диагностики [/2.10/]. Роль диагностирования в жизненном цикле технических объектов, систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи в организации бесперебойного и безопасного движения поездов. Надежность и диагностика технических систем. Предмет и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами.

#### ***Раздел 2 Задачи технической диагностики. Задачи диагноза***

Объекты и средства диагностирования. Диагностические признаки и состояния объектов диагноза. Проверка исправности. Контроль работоспособности. Проверка правильности функционирования. Поиск неисправностей. Эквивалентные неисправности [1 стр. 109-113].

#### ***Раздел 3 Тесты диагностирования***

Проверяющие и диагностические тесты. Одиночные, кратные и полные тесты. Тривиальные, минимальные и минимизированные тесты. Математические модели объектов диагностирования. Явные и неявные модели. Таблица функций неисправностей – ТФН. [/1/ - с. 113-118, /3/ - с. 18-25,30-52, 282-318].

#### ***Раздел 4 Системы диагностирования***

Тестовые и функциональные системы диагностирования. Классификация алгоритмов диагностирования [/1/ стр.114-116, /3/ - стр. 36-40].

Диаграммы поиска неисправностей. Бинарные вопросники. Оптимиза-

ция бинарных вопросников[/2/ с. 65-82].

Поиск неисправностей в схеме управления стрелочным электроприводом[/1/ стр. 154-156].

### ***Раздел 5 Диагностирование объектов непрерывного типа***

Характеристика непрерывных объектов. Диагностические признаки. Виды тестовых сигналов, построение проверяющих и диагностических тестов для объектов непрерывного типа [/1/ стр. 118-121, с. 7-].

Методы контроля работоспособности непрерывных объектов. Контроль обобщенного диагностического параметра. Оценивание временных характеристик. Метод избыточных переменных.

Методы обнаружения неисправностей. Признаки наличия дефектов. Методы построения алгоритмов поиска неисправностей. Метод, основанный на показателях надежности объекта. Информационный метод [/2.1/ - с. 19-32]. Метод распознавания образов. Логический анализ непрерывных объектов. Последовательный и комбинаторный поиск неисправностей [/2.1/ - с.32-38].

Прогнозирование технического состояния непрерывных объектов. Аналитическое, вероятностное и статистическое.

Диагностирование рельсовых цепей [/1/ - с. 152-153]. Контроль изоляции кабеля. Контроль источников питания.

### ***Раздел 6 Тестовое диагностирование дискретных объектов***

Диагностирование релейно-контактных схем. Математические модели неисправностей (дефектов). Метод ТФН. Метод цепей и сечений [/1/ - с. 124-130]..

Диагностирование схем на функциональных элементах. Константные и неконстантные неисправности. Тесты логических элементов [/1/ - с. 130-135].

Тестирование комбинационных схем. Классификация методов тестирования. Методы построения тестов. Метод ТФН [/1/ - с. 135-138, [/3/ - с.282-309].]. Метод чувствительных путей. Эквивалентная нормальная форма. Матрица совместимости. Матрица отношений Булево дифференцирование. [/3/ - с. 258-324]. Сигнатурный анализ [/5/ - с. 136-144]. Соотношение между неисправностями. Сокращение списка неисправностей [/1/ - с. 135-138].

Контроль исправности электрического монтажа. Полный контроль монтажа. Автоматизация контроля монтажа. Метод диаграмм Феррера, Логический контроль монтажа [/1/ - с. 144-148].

Диагностирование дискретных устройств с памятью. Модели неисправных ДУ с памятью. Построение установочных и проверяющих последовательностей. Формирование проверяющего и диагностического тестов [/1/ - с. 138-144, /3/ - с. 348-398].

#### ***Раздел 6 Функциональное диагностирование дискретных объектов***

Обобщенная структура функционального диагностирования дискретных устройств. Расчет достоверности функционирования [/5/ - с. 5-21]. Дублирование. Понятия о кодах с обнаружением ошибки. Организация контроля на основе функции паритета, самодвойственных функций, делимых и не делимых кодов. Самопроверяемые тестеры [/4/ - с. 22-29, 47-56]. Структуры диагностирования систем железнодорожной автоматики и связи [/1/ - с. 157-161].

#### ***Раздел 7 Диагностирование микропроцессоров и микропроцессорных систем***

Проблема безотказности и безопасности программного обеспечения [/6/-с. 125-131]. Методы повышения надежности программ [/1.6/ - с. 131-142]. Тестирование программ [/6/-с. 125-142]. Системы технического диагностиро-

вания устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [/1/- с. 158-162]. [/11,..., 16/].

### **3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная и индивидуальная работа студентов по дисциплине «Основы технической диагностики» предполагает, что при изучении этой учебной дисциплины студенты могут пользоваться разнообразными формами работы.

Это редактирование текста лекций, изучение вопросов дисциплины которые не рассматриваются на лекциях, конспектирование первоисточников (статей, монографий и др.) и их критический анализ, участие в научной и методической работе кафедры, подготовка к семинарским и лабораторно-практическим занятиям, написание выпускной реферативно-исследовательской работы по темам, изучаемой дисциплины.

Индивидуальная работа студентов предполагает посещение индивидуальных тематических консультаций преподавателей, обсуждение проблемных вопросов по тематике курса.

Перечень вопросов выносимых на самостоятельное изучение дисциплины «Основы технической диагностики»:

1. Пространственное и временное парафазное кодирование.
2. Парафазные самопроверяемые схемы.
3. Самодвойственные функции и самодвойственные комбинационные схемы.
4. Самодвойственные многотактные схемы.
5. Оценка достоверности работы цифровых устройств.
6. Достоверность работы цифровых устройств с функциональным диагностированием встроенными средствами контроля.

7. Достоверность работы цифровых устройств с тестовым диагностированием.
8. Принципы построения контролепригодных устройств.
9. Сигнатурный анализ в тестовом диагностировании.
10. Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля – АПК-ДК.
11. Автоматизированная система диспетчерского контроля устройств СЦБ – АДК-СЦБ.
12. Система для диспетчерского контроля –АСДК.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (с аннотацией)**

1. Разбиение непрерывного объекта диагностирования на функциональные элементы и построение функциональной схемы. Составление множества неисправностей элементов функциональной схемы относительно которых будет строиться математическая модель объекта диагноза. Построение универсальной математической модели – таблицы функций неисправностей (ТФН) для непрерывного объекта диагноза по функциональной схеме.
2. Построение проверяющего и диагностических тестов для непрерывного объекта диагноза на основе ТФН. Проверяющая и различающая функция.
3. Построение таблицы функций неисправности по принципиальной релейно-контактной схеме (РКС), относительно множества неисправностей схемы (короткое замыкание и обрыв контактов).
4. Построение проверяющего  $T_n$  и диагностических тестов  $T_d$  и  $T_d^*$  по ТФН РКС.
5. Построение проверяющего теста методом цепей и сечений для РКС.
6. Нахождение эквивалентных и импликантных неисправностей логических элементов. Константные неисправности логических элементов. Сокращение числа рассматриваемых неисправностей при построении прове-

ряющего теста для комбинационного устройства, реализованного на логических элементах.

7. Построение проверяющего и диагностического теста для комбинационного устройства, реализованного на логических элементах.

8. Синтез схем встроенного контроля для комбинационных устройств.

## **5. ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

1. Построение алгоритмов для поиска неисправностей для объектов диагностирования.

2. Построение проверяющих и диагностических тестов для непрерывных и дискретных систем.

3. Расчет достоверности функционирования объекта с аппаратным контролем

## **6. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Основные понятия и определения технической диагностики.
2. Составляющие времени восстановления и пути их уменьшения.
3. Виды состояний объекта диагноза.
4. Задачи технической диагностики.
5. Условия, которым должен удовлетворять ОД.
6. Задачи диагноза.
7. Классификация тестов.
8. Система тестового диагноза и её функциональная схема.
9. Система функционального диагноза и её функциональная схема.
10. Математические модели объектов диагноза.
11. Модели с явным и неявным описанием неисправностей.
12. Универсальная математическая модель объекта диагноза.
13. Логические модели.

14. Логическая модель для ОД, содержащая точки разветвления и обратные связи.
15. Построение ТФН для ОД.
16. Построение проверяющего теста, формулы закона поглощения.
17. Построение диагностического теста Тд. (первый вариант).
18. Построение диагностического теста Тд. (второй вариант).
19. Словари неисправностей для диагностического теста для первого и второго варианта.
20. Достоинства и недостатки логических моделей.
21. Виды неисправностей релейно-контактных схем (РКС).
22. Порядок проверки исправности РКС.
23. Построение ТФН для РКС.
24. Проверяющая функция.
25. Построение проверяющего теста для РКС.
26. Построение диагностического теста Тд для РКС.
27. Построение диагностического теста Тд' для РКС.
28. Классы эквивалентных неисправностей.
29. Метод цепей и сечений.
30. Алгоритм вычисления проверяющей функции  $\varphi_a^1$  ( $\varphi_a^0$ )
31. Построение проверяющего теста Тп для РКС с использованием метода цепей и сечений.
32. Тесты для логических элементов на примере построения теста для логического элемента (ЛЭ).
33. Построение проверяющих тестов для ЛЭ.
34. Проверяющие тесты для элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ и ИЛИ-НЕ.
35. Классы эквивалентных неисправностей для ЛЭ.
36. Импликантные и эквивалентные неисправности ЛЭ.
37. Построение проверяющего теста с использованием отношения импликации.
38. Проверка комбинационных схем. Правильные и не правильные неис-

правности.

39. Метод построения проверяющего теста комбинационной схемы (КС) относительно константных неисправностей.
40. Построение проверяющего теста для КС.
41. Построение диагностического теста для КС.
42. Диагностирование многотактных схем.
43. Процедура построения тривиального теста многотактной схемы.
44. Первый способ построения дискретного устройства (ДУ) с обнаружением отказов. Требования предъявляемые к схемам встроенного контроля (СВК).
45. Второй способ построения дискретного устройства (ДУ) с обнаружением отказов.
46. Виды неисправностей электрического монтажа. Проверка исправности электрического монтажа.
47. Метод проверки электрического монтажа, основанный на диаграммах Феррера.
48. Безусловные алгоритмы диагностирования.
49. Условные алгоритмы диагностирования.
50. Оптимизация алгоритмов диагностирования.
51. Поиск неисправностей в СЖАТС.
52. Диаграмма поиска неисправностей в рельсовой цепи
53. Информационная диаграмма поиска отказов в двухпроводной схеме стрелки.
54. Информационная диаграмма поиска отказов в электрической централизации.
55. Система технической диагностики «Прогноз».
56. Выбор контролируемых параметров перегонных устройств автоматики.
57. Микропроцессорная система технического диагностирования.
58. Информационные технологии для автоматизации техобслуживания.
59. Системы технического диагностирования для сложных устройств



## 7. ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ КУРСА (ГЛОССАРИЙ)

**Диагностирование** – процесс определения технического состояния объекта.

**Диагноз** – результат диагностирования.

**Задача диагноза** – определение состояния, в котором находится объект в настоящий момент времени.

**Задача прогноза** – предсказание состояния, в котором окажется технический объект в будущий момент времени.

**Задача генеза** – определение состояния объекта, в котором находился технический объект, в прошлый момент времени.

**Элементарная проверка** – это некоторый ( не подлежащий расчленению в данных конкретных условия) эксперимент над объектом диагностирования, характеризующийся определенным входным (тестовым или рабочим) воздействием, подаваемым на объект, и составом контрольных точек, с которых снимается ответ объекта на это воздействие.

**Проверяющая функция** - это функция, которая объединяет те проверки на которых  $i$ - неисправность обнаруживается, т.е. проверки на которых  $\varphi_i = 1$ , а значение  $\varphi_i$  определяется выражением:  $\varphi_i = F \oplus f_i = F \bar{f}_i \vee \bar{F} f_i$ .

**Различающая функция** - это функция, которая объединяет те проверки на которых  $i$ - неисправность и  $j$  – неисправность различаются друг от друга, т.е. проверки на которых  $\varphi_{ij} = 1$ , а значение  $\varphi_{ij}$  определяется выражением:  $\varphi_{ij} = f_i \oplus f_j$ .

**Алгоритм диагностирования** – это совокупность элементарных проверок, последовательность (или последовательности) их реализация и правила обработки результатов реализуемых элементарных проверок с целью получения диагноза.

**Безусловный алгоритм диагностирования** – это такой алгоритм, ко-

торый задает одну фиксированную последовательность реализации элементарных проверок.

**Условный алгоритм диагностирования** – это такой алгоритм, который задает несколько различных последовательностей реализации элементарных проверок. При каждом применении такого алгоритма реализуется одна из возможных последовательностей в зависимости от технического состояния объекта за счет выбора очередной элементарной проверки по результатам предыдущих уже реализованных элементарных проверок.

**Алгоритм с безусловной остановкой** – это такой алгоритм, при котором выдача диагноза предусмотрена только после реализации всех элементарных проверок.

**Алгоритм с условной остановкой** – это такой алгоритм, при котором выдача диагноза возможна до завершения реализации всей последовательности элементарных проверок (при безусловных алгоритмах диагностирования). Условные алгоритмы диагностирования являются алгоритмами с условной остановкой по определению.

**Оптимальный алгоритм диагностирования** - это алгоритм диагностирования, удовлетворяющий экстремальному (часто минимальному) значению некоторой заданной функции, количественно характеризующей то или иное качество алгоритма в целом и называемой целевой функцией оптимизации.

**Целевая функция оптимизации (цена алгоритма диагностирования)** – это средние затраты на реализацию элементарных проверок для определения одного состояния технического объекта.

**Тест** – совокупность элементарных проверок, позволяющая решать какую-либо из задач диагноза.

**Длина теста** – число элементарных проверок входящих в тест.

**Проверочный тест** – это тест, который позволяет решать задачи проверки исправности и работоспособности системы.

**Диагностический тест** – это тест, который позволяет решать задачи

поиска неисправности с указанием места неисправности с точностью до классов эквивалентных неисправностей.

**Одиночный тест** – это тест, позволяющий обнаруживать в объекте все одиночные повреждения входящих в него элементов.

**Тест кратности  $k$**  – это тест, позволяющий обнаруживать в объекте все возможные совокупности из  $k$  одиночных неисправностей и все совокупности неисправностей меньшей кратности входящих в него элементов.

**Полный тест** - это тест, позволяющий обнаруживать в объекте неисправности любой кратности входящих в него элементов.

**Тривиальный тест** – это тест, содержащий все возможные для данной системы проверки, и имеет максимальную длину.

**Минимальный тест** – это тест, который обеспечивает решение заданной задачи диагноза и содержит наименьшее число проверок.

**Минимизированный тест** – это тест, который обеспечивает решение заданной задачи диагноза и содержит число проверок близкое к длине минимального теста.

**Средства диагноза** – это специальные устройства, которые реализуют алгоритм диагноза.

**Система тестового диагноза** – это система, предусматривающая взаимодействие между средствами диагноза и объектом диагноза, при этом тестовые воздействия на объект диагноза поступают только от средств диагноза.

**Система функционального диагноза** – это система, в которой на объект диагностирования и на средства диагностирования поступают только рабочие воздействия, предусмотренные рабочим алгоритмом функционирования объекта. Она решает задачи проверки правильности функционирования и поиска неисправностей, нарушающих нормальное функционирование.

**Математическая модель объекта диагноза** – это формальное описание объекта и его поведения в исправном и неисправных состояниях.

**Явная модель объекта диагноза** – это модель, которая содержит описание его исправной и всех неисправных модификаций.

**Неявная модель объекта диагноза** – это модель, которая содержит описание исправного объекта, математические модели его физических неисправностей и правила получения по ним всех неисправных модификаций объекта.

**Несамопроверяемая схема встроенного контроля (СВК)**- это СВК, в которой хотя бы одна неисправность (из заданного класса) не обнаруживается на ее выходе ни при одном рабочем воздействии и выходной реакции при исправном дискретном устройстве (ДУ).

**Самопроверяемая СВК** – это такая СВК, которая при любой неисправности в ней из заданного класса приводит при исправном ДУ к появлению значений ее выходных функций, отличных от значений, выдаваемых исправной СВК при исправном ДУ.

**Булева разность (булева производная) функции  $z_{yi} (x_1, \dots, x_n, y_i)$**  относительно переменной  $y_i$  – это функция:

$$dz_{yi}/dy_i = z_{yi} (x_1, \dots, x_n, y_i) \oplus z_{yi} (x_1, \dots, x_n, \bar{y}_i)$$

## **8. ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

1. Дмитренко И.Е., Дьяков Д.В. Сапожников В.В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Учебник для вузов ж.д. трансп./ под ред. И.Е. Дмитренко. – М.: Маршрут, 1994. – 263 с.
2. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики / Под ред. П.П. Пархоменко. - М.: Энергия, 1981.- 320 с.
3. Основы технической диагностики / В.В. Карибский, П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян, В.Ф. Халчев. – М.: Энергия, 1976.-464 с.
4. Синтез самодвойственных дискретных систем. Монография / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, Р.Ш. Валиев. – СПб.: «Элмор», 2006.– 224 с.
5. Щербаков Н.С. Достоверность работы цифровых устройств. – М.: Машиностроение, 1989. 224 с.
6. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, Х.А. Христов, Д.В. Гавзов; Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Транспорт. 1995.–272 с.
7. Сапожников В. В., Сапожников Вл. В. Основы технической диагностики. Учебное пособие для студентов вузов ж.д. транспорта. М.: Маршрут, 2004. – 318 с.

### **Дополнительная**

8. Дмитренко И.Е. Техническая диагностика и автоконтроль систем железнодорожной автоматики и телемеханики.– М.: Транспорт, 1986.– 142 с.
9. Калявин В.П. Основы теории надежности и диагностики. СПб.: Элмор, 1998.
10. Сапожников В.В., Сапожников Вл. В. Самопроверяемые дискретные устройства. СПб.: Энергоатомиздат, 1992.

11. Коваленко В.Н. Построение проверяющих и диагностических тестов: Методические указания. – Екатеринбург, 2005.– 40 с.
12. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте / Сборник докладов. Второй международной научно-практической конференции «ТРАНСЖАТ- 2005». – Ростов- на - Дону: Изд-во РГУПС. – 2005. 414 с.
13. Горбунов Б.Л. Аппаратные средства диспетчерского комплекса АПК – ДК // Автоматика, связь, информатика. – М., 2000. – № 9. – С. 19-21.
14. Терентьев В.Л. Комплекс перегонных и станционных технических средств // Автоматика, связь, информатика. – М., 2000. – № 9. – С. 41-43.
15. Гоман Е.А., Сепетый А.А. Интеграция средств автоматизации диагностирования с современными системами ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. – М., 2002. – № 11. – С. 13-17.
16. Федорчук А.Е., Сепетый А.А., Снитко Ю.В., Шутов М.А., Степанова А.А. Функциональное развитие системы АДК-СЦБ // Автоматика, связь, информатика. – М., 2005. – № 12. – С. 42-45.
17. ГОСТ 20911 -75 Техническая диагностика. Основные термины и определения

## **9. ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

1. Автоматизированная обучающая система – АОС.
2. Построение тестов диагностирования с использованием встроенного языка программирования – Mathcad.

Примечание: В процессе изучения курса «Основы технической диагностики» с дидактическими материалами можно ознакомиться и воспользоваться студентам в аудитории 280а.

## 10. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ УрГУПС)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

на 201\_\_ 201\_\_ учебный год

По дисциплине «Основы технической диагностики»

(наименование дисциплины, шифр специальности и наименование специализации, форма обучения)

190402 «Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте», очное \_\_\_\_\_

Основание:

\_\_\_\_\_ (итоги ежегодного рассмотрения на кафедре, внесение изменений в учебный план, введение нового

\_\_\_\_\_ учебного плана, введение новой типовой учебной программы, иные причины – указать, какие)

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дополнения и изменения внесены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ протокол \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Автор рабочей программы Коваленко В.Н.  
(Ф.И.О., подпись)

Зав. кафедрой Коваленко В.Н.  
(Ф.И.О., подпись)

Декан факультета Башуров В.В.  
(Ф.И.О., подпись)