

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт (филиал)

Кафедра управления инновациями в промышленности

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) «20» 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теории надежности и диагностики»

по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Северодонецк – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы теории надежности и диагностики» по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство» – 29 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы теории надежности и диагностики» разработана в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 916 (с изменениями и дополнениями).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доцент, к.т.н. Ткачев Р.Ю.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры управления инновациями в промышленности « 02 » 09 2024 г., протокол № 1.

И.о. заведующего кафедрой

управления инновациями в промышленности



Е.А. Бойко

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ г., протокол № ____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » 09 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии

СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

© Ткачев Р.Ю., 2024 год

© СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2024 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины «Основы теории надежности и диагностика» является формирование у студентов системы научных и профессиональных знаний и навыков в области создания, содержания и использования автомобильного транспорта - обучение студентов методам и приемам целенаправленного использования знаний, полученных при изучении фундаментальных и специальных курсов для решения задач повышения эффективности работы автомобильного транспорта. Курс относится к числу специальных дисциплин.

Задачами данного курса является изучение и освоение студентами:
основных понятий теории надежности;
методов расчета показателей надежности автомобиля;
системы сбора и обработки статистической информации о надежности автомобильного подвижного состава;

Применять методы диагностирования для контроля неисправности, работоспособности, функционирования, поиска дефекта и оценки технического состояния, а также для прогнозирования его динамики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теории надежности и диагностика» является общепрофессиональной дисциплиной в структуре образовательной программы. Данная дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. «Основы теории надежности и диагностика» - одна из основных дисциплин, определяющих уровень подготовки бакалавров в высших учебных заведениях. Теоретические основы «Основы теории надежности и диагностика» заложены в таких междисциплинарных науках, как физика; конструкция и эксплуатационные свойства ТТМО; электротехника и электроника; Взаимозаменяемость, стандартизация и техническое измерение. В свою очередь, на «Основы теории надежности и диагностика» в разных аспектах опираются «Двигатели внутреннего сгорания автомобилей», «Эксплуатационные свойства автомобилей». Значение этой дисциплины определяется широким диапазоном материалов, используемых в практической деятельности эксплуатации автомобилей. Достаточные знания, полученные в области «Основы теории надежности и диагностика», должны обеспечивать в производственных процессах рациональное, эффективное использование автомобилей при соблюдении требований экономики, экологии и безопасности труда.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	ПК-1.1. Оценка технологичности образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования и согласование конструкторской документации на образцы наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. ПК-1.2. Разработка программ применения новых технологических процессов и материалов при производстве образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. ПК-1.3. Разработка предложений для концепции инновационно-технического развития производства образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Знать: основные понятия теории надежности; методы расчета показателей надежности автомобиля; систему сбора и обработки статистической информации о надежности автомобильного подвижного состава; уметь: Применять методы диагностирования для контроля неисправности, работоспособности, функционирования, поиска дефекта и оценки технического состояния, а также для прогнозирования его динамики; владеть: анализом, синтезом показателей надежности прогнозированием его технического состояния; автомобиля
ПК-2. Способен разрабатывать технические условия, стандарты и технические описания наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	ПК-2.1. Разработка планов-графиков технологической подготовки производства образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. ПК-2.2. Разработка технологической документации на производство образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Знать: показатели эффективности проектирования производственно-технической базы Уметь: разрабатывать генеральный план и планировку подразделений технического обслуживания, текущего ремонта, складских помещений и др. с учетом энергопотребителей Владеть: умением пользоваться специальной, справочной и нормативно-технической литературой

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач.ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач.ед)	180 (5 зач.ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	80	26
Лекции	48	14
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	32	12
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	58	154
Итоговая аттестация	зачет/экзамен	зачет/экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Предмет науки о надежности. Система ВАДС.

Тема 2. Автомобиль – элемент системы ВАДС. Основные понятия и определения теории вероятностей и математической статистики.

Тема 3. Законы распределения случайных величин.

Тема 4. Отказы элементов автомобиля. Способы оценки.

Тема 5. Условия надежности автомобиля. Обеспечение надежности.

Тема 6. Испытания на надежность.

Тема 7. Водитель - элемент системы ВАДС. Дорога - элемент системы ВАДС.

Окружающая среда - элемент системы ВАДС.

Тема 8. Надежность системы ВАДС и ее совокупностей.

Тема 9. Надежность автомобильного парка (АП).

Семестр 6

Тема 1. Общие понятия теории диагностики.

Тема 2. Выбор диагностических параметров.

Тема 3. Определение допустимого значения диагностического параметра.

Тема 4. Постановка диагноза по комплексу диагностических параметров.

Тема 5. Постановка диагноза по методу последовательного анализа.

Тема 6. Условия эффективного применения диагностики в технической эксплуатации автомобилей.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма Семестр 5	Заочная форма Семестр 6
1	Предмет науки о надежности. Система ВАДС.	2	0,5
2	Автомобиль – элемент системы ВАДС. Основные понятия и определения теории вероятностей и математической статистики.	2	0,5

3	Законы распределения случайных величин.	2	0,5
4	Отказы элементов автомобиля. Способы оценки.	2	0,5
5	Условия надежности автомобиля. Обеспечение надежности.	2	0,5
6	Испытания на надежность.	2	1
7	Водитель - элемент системы ВАДС. Дорога - элемент системы ВАДС. Окружающая среда - элемент системы ВАДС.	2	1
8	Надежность системы ВАДС и ее совокупностей.	1	1
9	Надежность автомобильного парка (АП).	1	0,5
Итого:		16	6

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма Семестр 6	Заочная форма Семестр 7
1	Общие понятия теории диагностики.	4	1
2	Выбор диагностических параметров.	4	1
3	Определение допустимого значения диагностического параметра.	6	2
4	Постановка диагноза по комплексу диагностических параметров	6	2
5	Постановка диагноза по методу последовательного анализа.	6	1
6	Условия эффективного применения диагностики в технической эксплуатации автомобилей.	6	1
Итого:		32	8

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма Семестр 5	Заочная форма Семестр 6
1	Экономический аспект надежности автомобиля	1	0,6
2	Расчеты параметров надежности объекта	2	0,6
3	Графическое представление показателей надежности.	2	0,6
4	Характеристика надежности элементов автомобиля	2	0,6
5	Схемная надежность	2	0,6
6	Расчеты вероятности сохранения работоспособности при разных вариантах эксплуатационного резервирования	2	0,6
7	Обработка результатов испытаний на надежность	2	0,8
8	Оценка системы ВАДС по структуре и меж элементным связям.	2	0,8
9	Определение параметров характеризующих эффективность транспортного процесса.	1	0,8

Итого:	16	6
---------------	-----------	----------

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма Семестр 6	Заочная форма Семестр 7
1	Диагностические параметры КШМ и ГРМ	1	0,7
2	Диагностические параметры системы охлаждения и системы смазки	2	0,7
3	Диагностические параметры системы питания бензиновых и дизельных ДВС	2	0,7
4	Диагностические параметры системы питания инжекторных ДВС	2	0,7
5	Диагностические параметры системы электро-снабжения	2	0,7
6	Диагностические параметры системы пуска, зажигания, КИП и освещения и сигнализации	2	0,7
7	Диагностические параметры трансмиссии	2	0,6
8	Диагностические параметры рулевого управления	2	0,6
9	Диагностические параметры тормозной системы	1	0,6
Итого:		16	6

4.5. Лабораторные работы (программой не предусмотрены)

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма Семестр 5	Заочная форма Семестр 6
1	Предмет науки о надежности. Система ВАДС.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации	4	6
2	Автомобиль – элемент системы ВАДС. Основные понятия и определения теории вероятностей и математической статистики.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	4	6
3	Законы распределения случайных величин.	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к текущему и промежуточному контролю.	4	6

4	Отказы элементов автомобиля. Способы оценки.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	4	6
5	Условия надежности автомобиля. Обеспечение надежности.	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	4	6
6	Испытания на надежность.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю знаний и умений. Самостоятельный поиск источников информации.	4	8
7	Водитель - элемент системы ВАДС. Дорога - элемент системы ВАДС. Окружающая среда - элемент системы ВАДС.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	4	8
8	Надежность системы ВАДС и ее совокупностей.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	4	8
9	Надежность автомобильного парка (АП).	Подготовка к практическому занятию и к итоговому контролю.	2	6
Итого:			34	60

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма Семестр 6	Заочная форма Семестр 7
1	Общие понятия теории диагностики.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации	4	15
2	Выбор диагностических параметров.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	4	15
3	Определение допустимого значения диагностического параметра.	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к текущему и промежуточному контролю.	4	16
4	Постановка диагноза по комплексу диагностических параметров.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	4	16

5	Постановка диагноза по методу последовательного анализа.	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	4	16
6	Условия эффективного применения диагностики в технической эксплуатации автомобилей.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю знаний и умений. Самостоятельный поиск источников информации.	4	16
Итого:			24	94

4.7. Курсовая работа (программой не предусмотрена).

5.Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронного конспекта, при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

6. Оценочные средства по дисциплине «Основы теории надежности и диагностики»

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Основы теории надежности и диагностики»

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1.	Способен разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	ПК-1.1. Оценка технологичности образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования и согласование конструкторской документации на образцы наземных транспортно-	Семестр 5 Тема 1-9 Семестр 6 Тема 1-6	5, 6

			технологических средств и их технологического оборудования. ПК-1.2. Разработка программ применения новых технологических процессов и материалов при производстве образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. П1.3. Разработка предложений для концепции инновационно-технического развития производства образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.		
2	ПК-2	Способен разрабатывать технические условия, стандарты и технические описания наземных транспортно-технологических	ПК-2.1. Разработка планов-графиков технологической подготовки производства образцов	Семестр 5 Тема 1-9 Семестр 6 Тема 1-6	5, 6

		средств и их технологического оборудования	наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. ПК-2.2. Разработка технологической документации на производство образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.		
--	--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1.	ОПК-1.1. ПК-1.1. Оценка технологичности образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования и согласование конструкторской документации на образцы наземных транспортно-технологических средств и	Знать: основные понятия теории надежности; методы расчета показателей надежности автомобиля; систему сбора и обработки статистической информации о надежности автомобильного подвижного состава; уметь: Применять методы диагностирования для контроля неисправности, работоспособности, функционирования, поиска дефекта и оценки технического состояния, а также для прогнозирования его динамики; владеть: анализом,	Семестр 5 Тема 1-9 Семестр 6 Тема 1-6	Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений), тесты, рефераты, контрольные работы

		их технологического оборудования. ПК-1.2. Разработка программ применения новых технологических процессов и материалов при производстве образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. П1.3. Разработка предложений для концепции инновационно-технического развития производства образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	синтезом показателей надежности прогнозированием его технического состояния; автомобиля		
2	ПК-2	ПК-2.1. Разработка планов-графиков технологической подготовки производства образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Знать: показатели эффективности проектирования производственно-технической базы Уметь: разрабатывать генеральный план и планировку подразделений технического обслуживания, текущего ремонта, складских помещений и др. с учетом энергопотребителей Владеть: умением	Семестр 5 Тема 1-9 Семестр 6 Тема 1-6	Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений), тесты, рефераты, контрольные работы

		дования. ПК-2.2. Разработка технологической документации на производство образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	пользоваться специальной, справочной и нормативно-технической литературой		
--	--	--	--	--	--

Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений);
- контрольные работы по текущим вопросам;
- отчеты студентов об изучении дополнительных тем программы учебной дисциплины;
- тесты.

Оценочные средства, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяют оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного зачета (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено

хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Фонды оценочных средств по дисциплине «Основы теории надежности и диагностики»

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Теоретические вопросы

1. Наука о надежности. Теоретическая база науки о надежности.
2. Экономический аспект надежности.
3. Система ВАДС (водитель – автомобиль – дорога – среда).
4. Особенности автомобиля как объекта.
5. Показатели безотказности не возобновляемого объекта.
6. Показатели безотказности возобновляемого объекта.
7. Показатели долговечности объекта.
8. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости.
9. Комплексные показатели.
10. Экономические показатели надежности.
11. Закон распределения случайных величин - Нормальный (Гауса).
12. Закон распределения случайных величин - Логарифмический нормальный.
13. Закон распределения случайных величин - Экспонентный.
14. Закон распределения случайных величин - Вейбула.
15. Гамма распределения.
16. Закон распределения случайных величин - Равномерного распределения.
17. Методика выбора закона распределения для оценки надежности объекта.
18. Причинно-следственные связи между изменениями в элементах автомобиля и обусловленными ими отказами.
19. Классификация отказов.
20. Характеристика надежности элементов автомобиля, признаки, состояния.
21. Методика оценки надежности.
22. Оптимизация надежности на стадии проектирования.
23. Оптимизация надежности на стадии производства.
24. Оптимизация надежности на стадии эксплуатации.
25. Обеспечение надежности на стадии проектирования (схемная надежность, резервирование и т.д.).
26. Обеспечение надежности на стадии производства (технологическая надежность, качество изготовления и т.д.).
27. Обеспечение надежности в эксплуатации.
28. Классификация видов и методов испытаний.
29. Планы испытаний на надежность, обработка полученной информации.
30. Характерные режимы испытаний.
31. Измерительная и регистрирующая аппаратура.

32. Место водителя в системе ВАДС. Функции водителя. Особенности профессиональной деятельности.

33. Показатели надежности водителя (безотказность, воспроизведение, профессиональная долговечность, сохраняемость).

34. Факторы, которые влияют на надежность водителя. Пути повышения надежности водителя.

35. Особенности автомобильной дороги как элемента системы ВАДС.

36. Показатели надежности дороги.

37. Типы отказов.

38. Распределение окружающей среды на внешнее и внутреннее.

39. Особенности внешней и внутренней среды с точки зрения надежности системы ВАДС.

40. Параметры среды и степень его влияния на надежность элементов системы ВАДС.

41. Система ВАДС, элементы, связи.

42. Взаимные влияния по между элементных связях.

43. Особенности совокупности систем ВАДС.

44. Эффективность транспортного процесса - обобщающий показатель надежности систем ВАДС.

45. Методика определения оценочных показателей эффективности транспортного процесса.

46. Понятие надежности АП. Факторы, которые влияют на надежность АП.

47. Различия между надежностью отдельно взятого автомобиля и надежностью АП.

48. Технические аспекты надежности функционирования АП.

49. Граф состояний автомобиля в АП.

50. Математические модели, которые описывают состояния одного и всех автомобилей в АП.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет) Практические вопросы (задачи)

Задание 1.

По данным, представленным в таблице, определить числовые значения искомых параметров. Решение представить в развернутом виде.

н. в.	н. з.	П а р а м е т р ы								
		N	N'	N''	X	F(x)	R(x)	λ	φ	X _{ср}
1	1	500	30			?	?			
	2	100		80	1000			?		
	3		100		200	0,12			?	
	4	300	28		150					?

Решение:

$$1. F(x) = \frac{N'}{N} = 0,06.$$

$$R(x) = 1 - F(x) = 0,94.$$

$$2. N' = N - N'' = 20 \text{ ед.}$$

$$\lambda = \frac{N'}{x \cdot N} = 0,0002 \frac{\text{отк}}{\text{км}}.$$

$$3. N = \frac{N'}{F(x)} = 833 \text{ ед.}$$

$$\lambda = \frac{N'}{x \cdot N} = 0,0006 \frac{\text{отк}}{\text{км}}.$$

$$\varphi = \frac{1}{\lambda} = 1666 \frac{\text{км}}{\text{отк}}.$$

$$4. N'' = N - N' = 272 \text{ ед.}$$

$$X_{cp} = \frac{N' \cdot x + N'' \cdot x}{N'} = 1607 \text{ км.}$$

Задание 2.

При испытании партии ДВС $N = 180$ шт. получены результаты представленные в таблице 1, показывающие зависимость вышедших из строя двигателей (N') от длительности испытаний (t). На основании табличных данных построить:

1. График функции вероятности отказа $F = f(t)$;
2. График функции безотказной работы $R = f(t)$;
3. График функции интенсивности отказов $\lambda = f(t)$;
4. График функции частоты отказов $\varphi = f(t)$.

Результаты промежуточных расчетов свести в таблицу.

Таблица 1

Ном. вар.	Параметр	Значения параметров						
		1	2	3	4	5	6	7
1	t, ч.	0	50	100	150	200	250	300
	N', шт.	0	10	12	16	19	25	41

Решение:

1. Вычислим значения искомых параметров по формулам:

$$F(x) = \frac{N'}{N};$$

$$R(x) = 1 - F(x);$$

$$\lambda = \frac{N'}{x \cdot N};$$

$$\varphi = \frac{1}{\lambda}.$$

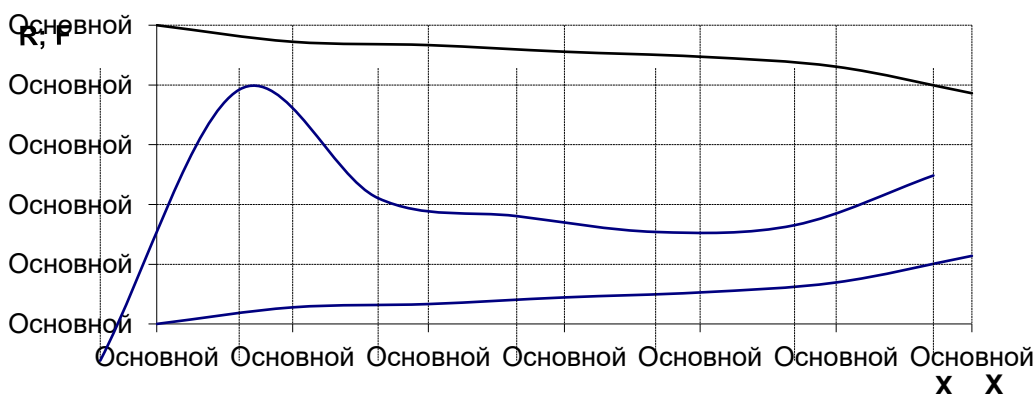
Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Значения параметров						
	1	2	3	4	5	6	7
λ , 1 / ч.	0	0,00111	0,00067	0,00059	0,00053	0,00056	0,00076
φ , ч / 1.	0	900	1500	1688	1895	1800	1317
F	0	0,05556	0,06667	0,08889	0,10556	0,13889	0,22778
R	0	0,94444	0,93333	0,91111	0,89444	0,86111	0,77222

2. Построим графики функциональных зависимостей.

Графики функций $R=f(x)$; $F=f(x)$

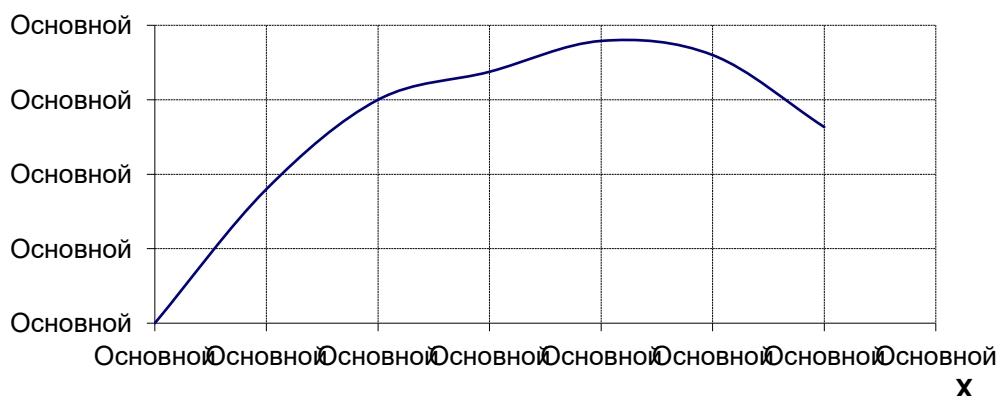


Задание 3.

По данным представленным в таблице выполнить:

1. Оценить надежность известной детали по ее характеристике.
2. По известной характеристике надежности сделать заключение о соответствии ей определенной детали, узла или агрегата автомобиля.
3. Сделать вывод о возможных путях повышения надежности

График функции частоты отказов



этих изделий.

н. в.	Деталь	Характеристика
1	Ведомый диск сцепления	A2 B2 B2 Г2 Д1 Е1
	?	A2 Б1 В21 Г2 Д2 Е1
	?	A1 Б1 В4 Г1 Д3 Е3

Ответ:

A2B2B2Г2Д1Е1 – ведомый диск сцепления

A2 – последствия отказа не опасны;

B2 – тип отказа автомобиля постепенный;

B2 – долговечность элемента ограничена;

Г2 – предусмотрено профилактическое воздействие до наступления отказа;

Д1 – большая трудоемкость устранения отказа;

Е1 – стоимость запасных частей и материалов высока.

A2Б1В21Г2Д2Е1

A2 – последствия отказа не опасны;

Б1 – тип отказа автомобиля внезапный, возможна остановка в пути;

предусмотрено профилактическое воздействие до наступления отказа;

В21 - уровень показателя долговечности элемента ограниченный;

Д2 - трудоемкость устранения или предупреждения отказа низкая;

Е1 – стоимость запасных частей и материалов высокая.

A1Б1В4Г1Д3Е3

A1 - последствия отказа опасны, могут быть причиной аварии;

Б1 – тип отказа автомобиля внезапный, возможна остановка в пути;

В4 - уровень показателя долговечности элемента абсолютный;

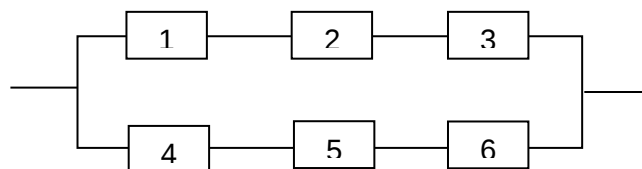
эксплуатационное воздействие выполняется после наступления отказа, т.е. по потребности;

Д3 – накопленная трудоемкость устранения отказа высокая;

Е3 – накопленная стоимость запасных частей и материалов высокая.

Задание 4.

Задача 1. Найти вероятность безотказной работы системы, если вероятность отдельных ее элементов одинакова $R_i = 0,9$.

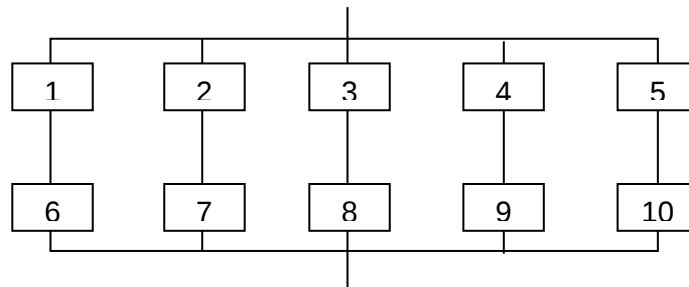


Решение:

1. Найдем вероятность последовательно соединенных элементов 1-3 и 4-6 по формуле $R_n = \prod_{i=1}^n R_i$ или для случая равных вероятностей $R_n = R_i^n = 0,729$.

2. Найдем вероятность параллельно соединенных блоков элементов 1-3 и 4-6 по формуле $R_{np} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$ или для случая равных вероятностей $R_{np} = 1 - (1 - R_i)^n = 0,927$.

Задача 2. Вероятность безотказной работы пятиконтурной тормозной системы автомобиля КАМАЗ известна. Найти вероятность безотказной работы 1 элемента системы, если известны вероятности всех остальных элементов.



Решение:

1. Обозначим искомую вероятность через R_x , тогда вероятности последовательно соединенных элементов системы можно определить по формулам:

$$R_{n1} = R_x \cdot R_6; R_{n2} = R_2 \cdot R_7; R_{n3} = R_3 \cdot R_8; R_{n4} = R_4 \cdot R_9; R_{n5} = R_5 \cdot R_{10}$$

2. Вероятность безотказной работы системы R_c будет равна:

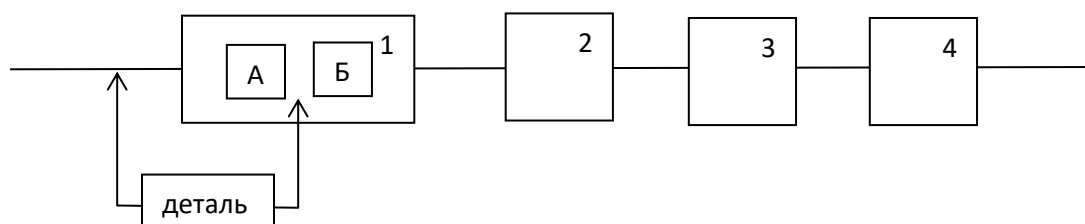
$$R_c = 1 - (1 - (R_x \cdot R_6)) \cdot (1 - (R_2 \cdot R_7)) \cdot (1 - (R_3 \cdot R_8)) \cdot (1 - (R_4 \cdot R_9)) \cdot (1 - (R_5 \cdot R_{10})),$$

откуда $R_x = 0,898$.

Задание 5.

Изделие состоит из агрегатов 1-4 и сохраняет работоспособность только, если все они работоспособны. Агрегат состоит из двух деталей: А - ограниченной долговечности, с вероятностью сохранения работоспособности $R_a = 0,98$ и Б - высокой долговечности, с вероятностью сохранения работоспособности $R_b = 0,994$. Все агрегаты имеют одинаковую структуру, отказ хотя бы одной детали означает отказ агрегата. Обосновать изменение вероятности сохранения работоспособности:

деталью с эксплуатационным резервированием детали



Решение:

1. Пользуясь схемой найдем вероятности безотказной работы агрегата и изделия в целом:

$$R_a = R_A \cdot R_B = 0,974.$$

$$R_{изд} = R_a^4 = 0,900.$$

2. Если деталь ограниченной долговечностью зарезервирована, то вероятность сохранения работоспособности такой пары параллельно соединенных деталей составит:

$$\bar{R}_A = 1 - (1 - R_A)^2 = 0,9996$$

Задание 6.

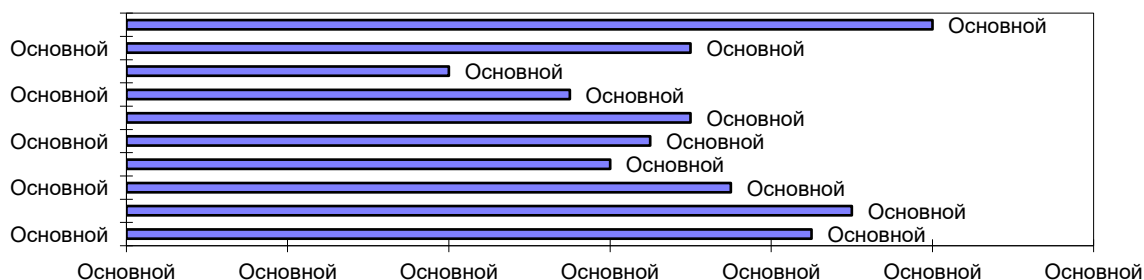
Испытанию на безотказность подверглись 10 объектов по плану испытаний NUT. Определить вероятность безотказной работы объекта. Результаты испытаний представить в графическом виде.

Таблица 1.

N вар.	Ресурс Тр, ч.	Кол - во и номер объекта при условии реализации:		
		полной	условной	неполной
1	95	9	1	0
		1 * 9	10	*

Таблица 2.

Номер объекта и время наработки Тн, ч.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
85	90	75	60	65	70	55	40	70	100



Решение:

1. По данным таблицы 2 представим результаты испытаний в виде гистограммы

2. Безотказность изделия определяется следующим образом. При установленном ресурсе $T_{рес} = 95$ ч. и начальном количестве объектов испытаний $N = 10$ не имеем неполных реализаций, следовательно, принимаем число испытываемых объектов ихначальному количеству. Число отказов принимаем равным числу полных реализаций лежащих слева от $T_{рес}$, $N' = 9$. Тогда вероятность безотказной работы при неизвестном законе распределения составит:

$$R = 1 - \frac{N'}{N} = 0,1.$$

Задание 7.

Задача 1. В единичной системе ВАДС, на примере двухэлементной связи (табл.1) дать оценку направленности и степени влияния данных элементов.

Таблица 1.

N вар.	1
Связь	A - B

Ответ:

Инерционные и вибрационные воздействия через сидение и пол; звуковые и тепловые от двигателя; информация со щитка приборов и др.

Задача 2. На основании существующих среднегодовых исходных данных совокупности транспортных предприятий(табл.2) определить численные значения частных и общих коэффициентов R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4 ; R_{Γ} ; R_{Π} ; $R_{ТП}$ характеризующих эффективность транспортного процесса. Сделать вывод о конкретных путях повышения эффективности транспортного процесса в данном АТП.

Решение:

1.Вычислим значение коэффициента R_1 – зависящего от уровня надежности автомобилей по формуле:

$$R_1 = \frac{N_{\text{л}}}{N_{\text{сн}}} = 0,81.$$

2.Вычислим значение коэффициента R_2 – зависящего от качества дорог, возможной перегрузки автомобилей, оснащённостью АТП прицепами и автопоездами как:

$$R_2 = \frac{M_{\Gamma\Phi}}{M_{\Gamma H}} = 1,35.$$

3.Вычислим значения коэффициентов R_3 ; R_4 значения которых зависят от уровня организации погрузочно – разгрузочных работ и от размещения грузоотправителя и грузополучателя как:

$$R_3 = \frac{T_{\Phi}}{T_H} = 0,65; \quad R_4 = \frac{T_{\Gamma\Phi}}{T_{\Gamma H}} = 0,71.$$

4. Вычислим значения общих коэффициентов R_{Γ} ; R_{Π} как:

$$R_{\Gamma} = R_1 \cdot R_2 = 1,09; \quad R_{\Pi} = R_3 \cdot R_4 = 0,46.$$

5. Абсолютную величину нормативной и фактической эффективности транспортного процесса АТП найдем из выражений:

$$A_H = M_{\Gamma H} \cdot T_H \cdot V_{сн} = 126000000;$$

$$A_{\Phi} = R_{\Gamma} \cdot M_{\Gamma\Phi} \cdot R_{\Pi} \cdot T_{\Phi} \cdot V_{с\Phi} = 56823223.$$

6. Коэффициент эффективности – характеризующий транспортный процесс определим как:

$$R_{ТП} = \frac{A_{\Phi}}{A_H} = 0,45.$$

Задача 3. Используя частные и общие характеристики надежности совокупности АТП сделать сравнительный анализ надежности транспортного процесса двух АТП и выработать стратегию обеспечения транспортного процесса в этих АТП с целью увеличения его эффективности.

А Т П	Характеристики надежности						
	R1	R2	R3	R4	Rг	Rп	Rтп
А	0,626	1,381	0,65	0,882	0,865	0,573	0,496
Б	0,673	1,501	0,577	0,841	1,01	0,485	0,49

Ответ:

У первого АТП коэффициент R_1 меньше за счет разницы в возрастном составе парка, применяемых марках автомобилей, организации То и Тр, производственно-технической базе, квалификации ремонтных рабочих и водителей. Коэффициент R_2 меньше за счет разницы в оснащенности АТП прицепами и автопоездами, качестве дорог. Коэффициент R_3 больше за счет организации погрузочно – разгрузочных работ, которые в малой степени зависят от АТП. Коэффициент R_4 больше по причине различия в размещении грузоотправителей и грузополучателей. Общие коэффициенты $R_{г}$ и $R_{п}$ различаются из-за разницы в значениях выше перечисленных коэффициентов. Коэффициент эффективности транспортного процесса $R_{ТП}$ больше, что объясняется взаимной компенсацией частных коэффициентов надежности.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	

Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено
---	------------

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Дайте определение понятия Техническая диагностика автомобилей.
2. Какие компоненты составляют систему диагностирования?
3. Как можно классифицировать системы диагностирования?
4. Какое значение имеет техническая диагностика для современного автомобиля?
5. Что собой представляют диагностические параметры и как их выбирают?
6. Какие признаки (физические величины) могут быть использованы при диагностике технического состояния автомобиля?
7. Можете ли Вы привести примеры использования кинетики информативных параметров в технической диагностике?
8. На каких известных физических явлениях действуют датчики, контролирующие техническое состояние автомобиля, его агрегатов и систем?
9. Каким требованиям должен отвечать регистрируемый сигнал, используемый в качестве диагностического параметра?
10. Можете ли Вы привести пример чувствительного, однозначного и стабильного диагностического параметра?
11. Как можно найти величину допустимого значения диагностического параметра, при достижении которого принимается решение о направлении диагностируемого объекта на профилактические работы?
12. Что понимают под номинальным, предельным и допустимым значением диагностического параметра?
14. Как скажется на работе диагностируемого объекта увеличение или уменьшение величины допустимого диагностического параметра?
15. Что нужно знать, чтобы найти оптимальную величину допустимого значения диагностического параметра?
16. Каким образом по комплексу диагностических параметров можно рассчитать наиболее вероятный диагноз?
17. Какие исходные данные лежат в основе системы диагностирования по комплексу диагностических параметров?
18. Что выражает формула Байеса и как она используется в диагностике?
19. Какие исследования нужно провести для получения исходной матрицы вероятностей, используемой для постановки диагноза по комплексу диагностических признаков?

20. По какому алгоритму может действовать система автоматического диагностирования при выявлении исправного или неисправного состояния объекта?

21. В чем разница постановки диагноза по методу последовательного анализа от метода диагностирования по комплексу диагностических параметров?

22. Почему при диагностировании могут быть допущены ошибки первого и второго рода? Что они означают?

23. Что означают вероятности «ложной тревоги» и «пропуска цели»?

24. Оказывает ли влияние порядок (последовательность) анализа различных диагностических параметров на результативность диагностики?

25. При каких условиях диагностика технического состояния автомобилей целесообразна и когда она может не использоваться?

26. На какие показатели использования автомобилей, и каким образом, влияет техническая диагностика?

27. В чем разница средней наработки до отказа автомобиля при использовании диагностики и средней наработки до отказа при отсутствии диагностики?

28. Как определяется средняя наработка до проведения профилактических работ?

29. Нужно ли внедрять диагностику, если разница стоимости устранения отказов и стоимости профилактических работ невелика?

30. Нужно ли проводить диагностику объектов имеющих малое значение коэффициента вариации наработки до отказа?

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Практические задания

1. Технология проведения диагностики автомобилей.
2. Диагностика КШМ.
3. Диагностика ГРМ.
4. Диагностика системы охлаждения.
5. Диагностика системы смазки.
6. Диагностика приборов системы питания бензиновых двигателей.
7. Диагностика приборов системы питания дизельных двигателей.
8. Диагностика системы питания инжекторных двигателей новых поколений.
9. Диагностика аккумуляторной батареи.
10. Диагностика генераторной установки.
11. Диагностика системы зажигания.
12. Диагностика стартера.
13. Диагностика приборов освещения и сигнализации и КИП.
14. Диагностика сцепления, коробки передач, раздаточной коробки, карданных передач.
15. Диагностика ходовой части.
16. Диагностика рулевого управления.

17. Диагностика тормозных систем.
18. Диагностика дополнительного оборудования.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. - М.: Транспорт, 1985.
2. Биргер И.А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2001.
4. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. - М.: Транспорт, 1990.
5. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. - Л.: Политехника, 1991.
6. Сидоров В.И. Техническая диагностика. Учебное пособие. - М.: Изд. МАДИ, 1993.
7. Техническая эксплуатация автомобилей / Г.В. Крамаренко и др. - М.: Транспорт, 1983.
8. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности. - М.: Советское радио, 1986.

б) дополнительная литература:

1. Мирошников Л.В., Болдин А.П., Пал В.И. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
2. Николаев Н.Н. Основы теории надёжности и диагностика: учеб. пособие. – Волгоград: Изд. ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2010. - 148 с.
3. Озорнин С.П. Основы работоспособности технических систем: учеб. пособие. – Чита: Изд. ЧитГУ, 2006. – 123 с.
4. Павлов Е.В., Крюков А.Ф. Надёжность строительных и дорожных машин: учеб. пособие. – Волгоград: Изд. ВолгГАСУ, 2005. – 134 с.
5. Проников А.С. Надёжность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 532 с.
6. Российская автотранспортная энциклопедия. В 3 т. Т.3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств: справ. и науч.- практ. пособие. – М.: РООИП, 2000. – 456 с.
7. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда. – М.: Транспорт, 1986. – 215 с.
8. Сергеев А.Г. Метрология: учеб. пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 384 с.
30. Справочник. Надёжность в машиностроении./ Под общ. ред. В.В. Шашкина и Г.П. Карзова. – СПб.: Политехника, 1992. – 719 с.

в) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Основы надежности и диагностики» предполагает использование академических аудиторий и лабораторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Для изучения настоящей дисциплины в зависимости от видов занятий использованы:

- Учебная мебель;
- Технические средства обучения (проектор и др.);
- Персональные компьютеры;
- Лабораторное оборудование;
- Технологическое оборудование;
- Образцы техники.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)