МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ

21 апреля 2021

Основы работоспособности технических систем

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Автомобильного транспорта**

Учебный план Направление 23.03.03 - РФ, 670200 - КР Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль "Автомобильный сервис"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 54
самостоятельная работа 53,8

Виды контроля в семестрах:
зачеты с оценкой 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**8 (4.2)**		Итого	
Недель	10			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Контактная работа в период теоретического обучения	0,2	0,2	0,2	0,2
В том числе инт.	12	12	12	12
В том числе в форме практ.подготовки	4	4	4	4
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54,2	54,2	54,2	54,2
Сам. работа	53,8	53,8	53,8	53,8
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

д.т.н, профессор, Глазунов Д.В.;к.т.н., доцент , Дресвянников С.Ю. _____

Рецензент(ы):

к.т.н., доцент, Элеманов Ч.З.;к.т.н., доцент, Алсеитов М.Т. _____

Рабочая программа дисциплины

Основы работоспособности технических систем

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 916)

составлена на основании учебного плана:

Направление 23.03.03 - РФ, 670200 - КР Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль "Автомобильный сервис"

утвержденного учёным советом вуза от 29.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автомобильного транспорта

Протокол от 25.03.2021 г. № 8
Срок действия программы: 2021-2026 уч.г.
Зав. кафедрой д.т.н., профессор Глазунов Д.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
13 сентября 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 25 августа 2022 г. № 1
Зав. кафедрой д.т.н., профессор Глазунов Дмитрий Владимирович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
05 сентября 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 28 августа 2023 г. № 1
И. о. заведующего кафедрой, к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
10 сентября 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 27 августа 2024 г. № 1
И. о. заведующего кафедрой, к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
08 сентября 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 28 августа 2025 г. № 1
И. о. заведующего кафедрой, к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Сформировать у студентов систему научных знаний и профессиональных навыков, необходимых для анализа и оценки работоспособности технических систем, являющихся объектами инженерной и управленческой деятельности будущего специалиста (автомобили, технологические машины и оборудование, сервисные предприятия и др.)
1.2	В дисциплине рассмотрены вопросы работоспособности и надежности машин. Показано влияние нагрузок в машинах на изменение работоспособности деталей машин и приведены общие требования к конструированию и изготовлению деталей машин. Рассмотрены требования к материалам деталей машин, особенности использования композиционных материалов для деталей автомобилей и избирательный перенос металлов в узлах трения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Для успешного изучения и освоения дисциплины студенты должны владеть знаниями, полученными при изучении дисциплин:
2.1.2	
2.1.3	Физика
2.1.4	Основы теории надежности
2.1.5	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.1.6	Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.7	Информатика
2.1.8	Учебная ознакомительная практика
2.1.9	Устройство автомобиля
2.1.10	Общая электротехника и электроника
2.1.11	Математика
2.1.12	Теоретическая механика
2.1.13	Основы инженерного творчества
2.1.14	Надежность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.15	Эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.16	Учебная технологическая практика
2.1.17	Управление техническими системами
2.1.18	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.19	Безопасность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.20	Технологическая (производственно-технологическая) практика
2.1.21	Системы ТО и ремонта
2.1.22	Инженерные сооружения и экологическая безопасность предприятий автосервиса
2.1.23	Сертификация и лицензирование в сфере производства и эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Диагностика систем обеспечивающих безопасность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.2.2	Основы научных исследований
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.2.5	Преддипломная практика
2.2.6	Техническое обслуживание и текущий ремонт кузовов автомобилей

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПК-2: Способен контролировать наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов
Знать:

Уровень 1	наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, в области реализации управленческих решений по организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний работников, приемы и методы работы с персоналом, методы оценки качества и результативности труда персонала
Уровень 2	исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, риск и определять меры по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации транспортных, транспортно-технологических машин, их агрегатов и технологического оборудования
Уровень 3	методы поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, системы технического регулирования, методы оценки показателей надежности, чрезвычайные ситуации, методы и средства повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических систем и технологических процессов отрасли, стратегию и тактику обеспечения работоспособности, определение нормативов технической эксплуатации, закономерное изменение технического состояния, формирование производительности
Уметь:	
Уровень 1	определять наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, в области реализации управленческих решений по организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний работников, приемы и методы работы с персоналом, методы оценки качества и результативности труда персонала
Уровень 2	определять соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, риск и определять меры по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации транспортных, транспортно-технологических машин, их агрегатов и технологического оборудования
Уровень 3	проводить методы поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, системы технического регулирования, методы оценки показателей надежности, чрезвычайные ситуации, методы и средства повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических систем и технологических процессов отрасли, стратегию и тактику обеспечения работоспособности, определение нормативов технической эксплуатации, закономерное изменение технического состояния, формирование производительности
Владеть:	
Уровень 1	способами определения и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, в области реализации управленческих решений по организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний работников, приемы и методы работы с персоналом, методы оценки качества и результативности труда персонала
Уровень 2	способностью определять соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, риск и определять меры по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации транспортных, транспортно-технологических машин, их агрегатов и технологического оборудования
Уровень 3	системой поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов, системы технического регулирования, методы оценки показателей надежности, чрезвычайные ситуации, методы и средства повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических систем и технологических процессов отрасли, стратегию и тактику обеспечения работоспособности, определение нормативов технической эксплуатации, закономерное изменение технического состояния, формирование производительности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	– методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся теории автоматического регулирования;
3.1.2	– принципы работы, свойства, технические характеристики, конструктивные особенности технических систем;
3.1.3	- правила и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты при работе с элементами технических систем
3.1.4	- основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности и теории риска; методы оценки и повышения надежности технических систем и снижения риска; основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности
3.2	**Уметь:**
3.2.1	- использовать справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования; идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности

3.2.2	- использовать научно - техническую и справочную литературу для решения конкретных задач по специальности;
3.2.3	- пользоваться контрольными системами, устройствами и приборами основных типов;
3.2.4	- оценивать влияние параметров отдельных элементов технических систем на показатели машины в целом и на этой основе осуществлять оптимальный выбор и агрегатирование названных элементов;
3.2.5	- анализировать результаты экспериментов и высказывать гипотезы о возможных причинах несовпадения результатов эксперимента с тем, что предсказывала теория;
3.2.6	- работать с технической документацией, литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными ис-точниками;
3.2.7	- оценивать показатели качества АС машин по данным эксплуатационных наблюдений
3.2.8	- использовать основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств; использовать справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования; идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности
3.3	**Владеть:**
3.3.1	- Необходимые для анализа и оценки работоспособности технических систем, являющихся объектами инженерной и управленческой деятельности будущего специалиста (автомобили, технологические машины и оборудование, сервисные предприятия и др.);
3.3.2	- математическим аппаратом теории надежности в научных исследованиях и при решении практических задач управления безопасностью производства; навыками рационализации профессиональной деятельности для обеспечения надежности технических систем и снижения техногенного риска;
3.3.3	- Управляемыми параметрами систем ТО и ремонта ТиТТМО;
3.3.4	- автоматическими системами, оценить ее статические и динамические свойства для специальных и транспортно-технологических, на основе знания основных законов влияния частных характеристик на показатели машин и оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Работоспособность и надежность технологических машин и оборудования							
1.1	Основные показатели надежности /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1	2		
1.2	Основные понятия теории надежности /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.3	Аналитические зависимости изменения вероятности безотказной работы машины /Ср/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.4	Статистическая оценка основных показателей надежности /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1	2		
1.5	Испытания эксплуатационной надежности машин и предъявление требований к промышленности /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1		2	Практическая подготовка проводится на современном диагностическом оборудовании лаборатории Техническая диагностика кафедры Автомобильный транспорт

1.6	Работоспособность и надежность машин /Ср/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.7	Нагрузки в машинах и их особенности /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1	2		
1.8	Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.9	Номенклатура и классификация показателей надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов /Ср/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.10	Показатели безотказности восстанавливаемых объектов /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.11	Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.12	Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта /Ср/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
	Раздел 2. Факторы, определяющие надежность и работоспособность технологических машин и оборудования							
2.1	Нагрузки в машинах, их особенности и причины возникновения /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1	2		
2.2	Методы снижения нагрузок. Расчеты снижения нагрузок /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
2.3	Совершенствование схемы машины (уменьшение внутренних воздействий) /Ср/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
2.4	Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
2.5	Применение и использование снижения нагрузок в ТиТТМО /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
2.6	Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения путем использования автоматизированных систем /Ср/	8	5,8	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			

2.7	Композиты в конструкции автомобилей /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1	2		
2.8	Общие технологические требования к работоспособности машин и оборудования /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			
2.9	Детали машин из пластмасс /Ср/	8	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			
2.10	Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1	2		
2.11	Общая схема формирования отказа объекта. Математические модели безотказности. Модели постепенных отказов /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1		2	Практическая подготовка проводится на современном диагностическ ом оборудовании лаборатории Техническая диагностика кафедры Автомобильны й транспорт
2.12	Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов. /Ср/	8	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			
2.13	Обобщение пройденного материала /Лек/	8	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			
2.14	Защита практических работ /Пр/	8	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			
2.15	Подготовка к защите рефератов и к зачету /Ср/	8	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			
2.16	Защита заданий по практической подготовке /КрТО/	8	0,2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы по практическим занятиям

1. Основные цели, которые достигаются при создании АС? Основные понятия теории автоматического управления? Номенклатура управляемых технических систем, используемых на транспорте
2. Какие принципы управления необходимо использовать в АС? Классификации АС?
3. Начертите функциональные схемы систем построенных на основе принципов управления по отклонению, управления по возмущению, комбинированного принципа и принципа адаптации.
4. Статическая и динамическая характеристики для анализа системы автоматического управления.
5. Основные элементы и технические характеристики автоматических систем, типовые измерительные, усилительные и

исполнительные устройства систем автоматического управления.
6. Потенциометрические датчики. Сельсин-датчики. Электронные и полупроводниковые усилители. Гидравлические приводы.
7. Процессы в автоматических системах. Основные способы математи-ческого описания элементов и систем управления. Составление дифференциальных уравнений элементов автоматической системы. Линеаризация уравнений.
8. Типовые воздействия. Классификация и динамические характеристики типовых звеньев АС.
9. Типовые соединения элементов АС. Последовательное, параллельное и соединение с обратной связью.
10. Переходная функция звена (системы). Импульсная переходная функция (весовая функция) звена (системы). Связь между различными характеристиками автоматической системы.
11. Сравнить переходные процессы статической и астатической АС
12. Типовые соединения элементов АС. Передаточные функции и ча-стотные характеристики типовых звеньев АС.
13. Построение переходной функции h (t) автоматической системы по методу проф. В. В. Солодовникова.
14. Показатели качества процессов регулирования в АС. Время регулирования и перерегулирования, быстродействие системы. Устойчивость АС.
15. Начертить схему центробежного регулятора АС класса «мощность»

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Не предусмотренны

5.3. Фонд оценочных средств

Шкала оценивания для определения уровня освоения дисциплины.
«отлично» - обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объёме изложил содержание экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций.
«хорошо» - обучающийся правильно, но недостаточно полно изложил содержание теоретических экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы, показал продвинутый уровень сформированных компетенций.
«удовлетворительно» - обучающийся изложил основные положения теоретических экзаменационных вопросов, правильно выполнил практические задания, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, показал пороговый уровень сформированных компетенций.
«неудовлетворительно» - обучающийся низложил основные положения теоретических экзаменационных вопросов, неправильно выполнил практические задания, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, не показала пороговый уровень сформированных компетенций.

МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЕТ:
1. Текущий контроль: усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы.
2. Рубежный контроль: проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.
- Промежуточный контроль - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины (4 семестр-экзамен) - совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ:
При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют преподавателю в начале экзамена.
На итоговом контроле студент должен, верно ответить на 3 вопроса билета, за 45 минут.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.
Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:
1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой.
4. Для подготовки к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. Рекомендуется использовать методические указания по курсу, конспекты лекций. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план выполнения, а затем приступить к заданию и сделать качественный вывод.
6. При подготовке к промежуточному и рубежному контролям нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно выполнить несколько типовых заданий.
7. Отработки пропущенных занятий.

Контроль над усвоением студентами материала учебной программы дисциплины осуществляется систематически преподавателем кафедры и отражается в журнале преподавателя. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по текущему материалу, обязан подготовить данный раздел и ответить по нему преподавателю.
Пропущенная без уважительных причин лекция должна быть отработана методом устного опроса лектором по материалам пропущенной лекции в течение месяца со дня пропуска.
Отработка практических и лабораторных занятий:

- Каждое занятие, пропущенное студентом без уважительной причины, отрабатывается в обязательном порядке. Отработки проводятся по расписанию кафедры, согласованному с деканатом.
- Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска. Пропущенные студентом без уважительной причины практические и лабораторные занятия отрабатываются не более одного занятия в день. Пропущенные занятия по уважительной причине (по болезни, пропуски с разрешения деканата) отрабатываются по тематическому материалу.
- Студент, не отработавший пропуск в установленные сроки, допускается к очередным занятиям только при наличии разрешения декана или его заместителя в письменной форме. Не разрешается устранение от очередного практического или лабораторного занятия студентов, слабо подготовленных к данным занятиям.
- Для студентов, пропустивших практические занятия из-за длительной болезни, отработка должна проводиться после разрешения деканата по индивидуальному графику, согласованному с кафедрой.
- В исключительных случаях (участие в межвузовских конференциях, соревнованиях, олимпиадах, дежурство и др.) декан и его заместитель по согласованию с кафедрой могут освобождать студентов от отработок некоторых пропущенных занятий

Примерная тематика рефератов по дисциплине

1. Анализ надёжности и резервирование технической системы.
2. Анализ техногенных и экологических рисков на предприятии.
3. Анализ эффективности системы управления рисками на предприятии.
4. Анализ надежности системы и техногенного риска на основе методов надежности.
5. Анализ проблем надежности и технической диагностики машин и аппаратов
6. Анализ основных источников техногенных нагрузок на природные объекты в Республике Адыгея.
7. Организация системы экологического риск-менеджмента на предприятии.
8. Оценка надежности человека, как звена сложной технической системы.
9. Определение показателей надежности технических элементов и систем.
10. Определение безотказности системы с учетом структуры алгоритма и различных ви-дов отказов.
11. Расчет надежности технической системы и построение диагностической модели объ-екта.
12. Экспериментальная проверка надежности технической системы.
13. Определения показателей надежности систем простейших структур.
14. Определения показателей электроэнергетических систем.
15. Влияние экономических факторов на надежность технической системы..

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля для студентов ОФО

1. Значение теории надежности в формировании специальности в области безопасности технологических процессов и производств.
2. Технические системы безопасности.
3. Типовые локальные технические системы и средства безопасности.
4. Причины совершения ошибок.
5. Первостепенное значение надежности в современных технических системах.
6. Обобщенные объекты надежности (изделие, элемент, система).
7. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы (определения, примеры).
8. Надежность как способность выполнять заданные функции. Влияние надежности на безопасность системы.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

1. Определения: надежность, безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, исправность, неисправность, отказ.
2. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, параметр потока отказов; особенности применения.
3. Показатели долговечности: ресурс, назначенный ресурс, гамма-процентный ресурс, срок службы, срок гарантии; особенности применения.
4. Показатели ремонтопригодности и сохраняемости: среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент технического использования.
5. Классификация отказов по значимости (критические, существенные и несущественные).
6. Классификация отказов по характеру возникновения (внезапные, постепенные и систематические).
7. Классификация отказов по характеру обнаруживаемости (явные и скрытые).
8. Классификация отказов по причине возникновения (конструкционные, технологические и эксплуатационные).
9. Классификация отказов по возможности устранения причин отказа (неустранимые и устранимые).
10. Классификация отказов по характеру устранения (устойчивые, самоустраняющиеся, сбой и перемежающиеся).

6.2.2 Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

1. Цели и задачи дисциплины "Надежность технических систем и техногенный риск"

2. Значение теории надежности в формировании специальности в области безопасности технологических процессов и производств.
3. Технические системы безопасности. Типовые локальные технические системы и средства безопасности.
4. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы. Причины со-вершения ошибок. Принципы формирования баз об ошибках человека.
5. Первостепенное значение надежности в современных технических системах.
6. Обобщенные объекты надежности (изделие, элемент, система).
7. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы (определения, примеры).
8. Надежность как способность выполнять заданные функции. Влияние надежности на безопасность системы.
9. Определения: надежность, безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, исправность, неисправность, отказ.
10. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, параметр потока отказов; особенности применения.
11. Показатели долговечности: ресурс, назначенный ресурс, гамма-процентный ресурс, срок службы, срок гарантии; особенности применения.
12. Показатели ремонтопригодности и сохраняемости: среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент технического использования.
13. Классификация отказов по значимости (критические, существенные и несущественные).
14. Классификация отказов по характеру возникновения (внезапные, постепенные и систематические).
15. Классификация отказов по характеру обнаруживаемости (явные и скрытые).
16. Классификация отказов по причине возникновения (конструкционные, технологические и эксплуатационные).
17. Классификация отказов по возможности устранения причин отказа (неустранимые и устранимые).
18. Классификация отказов по характеру устранения (устойчивые, самоустраняющиеся, сбой и перемежающиеся).
19. Основные понятия теории надежности. Характеристики отказов. Количественные ха-рактеристики надежности.
20. Теоретические законы распределения отказов. 21. Системы с последовательным и параллельным соединением элементов.
22. Методы повышения надежности объектов.
23. Методика проведения анализа возможных отказов.
24. Методы исследования и анализа опасностей технических систем.
25. Факторы, воздействующие на человека, управляющего потенциально опасной техни-кой. Методология прогнозирования ошибок.
26. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности техниче-ских систем.
27. Экспертиза технических систем.
28. Количественная оценка степени согласия экспертов. Выбор предпочтительного реше-ния.
29. Технические средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.
30. Назначение и принцип работы защитных систем безопасности.
31. Правовые аспекты анализа риска и управления промышленной безопасностью.
32. Оценка экономического ущерба от промышленных аварий. Ответственность за нане-сенный ущерб.
33. Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов и технологий.
34. Оценка рисков по качественным показателям.
35. Методика построения деревьев событий.
36. Методика построения деревьев отказов.
37. Понятие «риск». Техногенный риск. Приемлемый риск.
38. Риск как количественная оценка опасности.
39. Основы методологии анализа и управления риском. Три основных вопроса при анализе риска. Оценка риска.
40. Моделирование риска.
41. Количественные показатели риска. Сравнение рисков. Системно-динамический под-ход к оценке техногенного риска.
42. Подход к анализу риска при наличии опасных факторов.
43. Методы анализа риска. Основные показатели риска.
44. Анализ надежности методом дерева отказов.
45. Нормативные значения риска. Оценка риска.
46. Управление риском. Приоритеты выбора мер для уменьшения риска.
47. Экономические механизмы управления безопасностью и риском.
48. Проблемы приемлемости и нормирования риска.
49. Индивидуальный и коллективный риски.
50. Потенциальный территориальный и социальный риски.
51. Экологический риск.
52. Проблемы техногенной безопасности.
53. Природно-техногенные риски.
54. Метод построения блок-схем.
55. Метод статистического моделирования.
56. Риск поражения населения при аварии на химически опасных объектов.
57. Риск токсических эффектов.
58. Оценка риска при воздействии ионизирующего излучения.
59. Риск для здоровья населения и загрязнение окружающей среды.
60. Принципы построения информационных технологий управления риском.

5.4. Перечень видов оценочных средств
Фронтальный опрос; Аналитическое групповое задание Защита выданных заданий и доклад по указанной тематике Содержание и объем самостоятельной работы студентов 1. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования. 2. Содержание информационного отчета по безопасности процесса. 3. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы. 4. Оценка надежности человека как звена ложной технической системы. 5. Организация и проведение экспертизы технических систем 6. Критерии надежности невосстанавливаемых объектов 7. Количественные показатели риска. 8. Оценка риска. 9. Анализ риска. 10. Управление риском.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Зорин В.А.	Надежность машин: Учебник	Орел ГТУ 2003
Л1.2	Барлоу Р., Прошан Ф., Гнеденко Б.В.	Математическая теория надежности: монография	Москва: Советское радио 1969
Л1.3	Острейковский В.А.	Теория надежности: учебник	М.: Высшая школа 2003
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д.	Устройство и эксплуатация автотранспортных средств: Учебник водителя	М.: Транспорт 1990
6.1.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д.	Устройство и эксплуатация автотранспортных средств: Учебник водителя	М.: Транспорт 1990
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
Э1	Определение надежности и основы работоспособности технических систем		www.lib.krsu.edu.kg
6.3. Перечень информационных и образовательных технологий			
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии			
6.3.1.1	Традиционные образовательные технологии - лекции, семинары репродуктивного типа, ориентированные прежде всего на сообщение знаний и способов действий, передаваемых студентам в готовом виде и предназначенных для воспроизводящего усвоения и разбора конкретных образцов. Вводные лекции: учащиеся знакомятся в свернутом виде с основными теоретическими положениями темы и общей характеристикой крупной проблемы.		
6.3.1.2	Инновационные образовательные технологии - занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышления и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся электронные тексты лекций с презентациями, проблемные лекции: должна возбудить активный интерес учащихся, ведущий к самостоятельному поиску ответа на поставленную проблему на практических занятиях; обобщающие лекции перед очередным модулем: анализ изученных ранее проблем на основе обобщения и систематизации знаний, полученных учащимися на предшествующих занятиях по теме; лекции - информации с визуализацией, отчет по СРС - дискуссия по актуальным проблемам, разбор конкретных вопросов, обсуждение проблемных ситуаций и решение ситуационных задач в малых группах.		
6.3.1.3	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы.		
6.3.1.4			
6.3.1.5	Порядок и условия изучения и контроля знаний по дисциплине.		
6.3.1.6	На организационном или первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов те условия и требования, которые должны соблюдаться в течение всей работы над этой дисциплиной.		
6.3.1.7	Порядок изучения и контроля данной дисциплины включает следующие пункты:		

6.3.1.8	- виды, время и форма проведения текущего, промежуточного и итогового контроля знаний;
6.3.1.9	- критерии и правила оценки ответов студентов;
6.3.1.10	- способ и шкала оценивания при проведении контрольных мероприятий всех видов;
6.3.1.11	- учёт, с возможной оценкой в баллах, всех действий студента, связанных с изучением данной дисциплины (пропуски занятий - по уважительной и неуважительной причинам; позитивная активность на занятиях; демонстрация заинтересованности и результативности обучения, выполнение курсового проекта и т.д.).
6.3.1.12	Для оценки усвоения дисциплины используется 100-бальная шкала. Это максимальное количество баллов, которое может получить студент при отличном усвоении всего теоретического материала; демонстрации практических навыков при выполнении практических занятий и заданий СРС, а также самостоятельное выполнение курсового проекта
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	www.liblus.ru
6.3.2.2	www.lib.aldebaran.ru
6.3.2.3	www.studfiles.ru
6.3.2.4	www.ucheba.referat.ru
6.3.2.5	www.bibliofond.ru
6.3.2.6	www.smi-svoi.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	1. Лекционная аудитория на 38 посадочных мест (ауд. 8/215) и 36 посадочных мест (ауд.6/122);
7.2	2. Компьютерный класс на 10 посадочных мест для проведения практических занятий, выполнения самостоятельной работы и просмотра фото-, аудио-, мультимедиа, видео-материалов;
7.3	3. Наглядные учебные пособия (методические указания для проведения практических занятий по дисциплине);
7.4	4. Интерактивная доска;
7.5	5. Проектор;
7.6	6. Набор презентации лекций по курсу;
7.7	7. Фильмы учебные по тематике курса.
7.8	Оборудование учебных кабинетов и рабочих мест кабинетов:
7.9	Лаборатория "ТО и ремонт автомобиля снабжена отдельными узлами, агрегатами и необходимым диагностическим оборудованием для контроля работоспособности технологических машин и оборудования.
7.10	- комплект деталей, узлов, механизмов, моделей, макетов;
7.11	- комплект инструментов, приспособлений;
7.12	- комплект учебно-методической документации;
7.13	- наглядные пособия.
7.14	- Рабочие места по количеству обучающихся;
7.15	- станки;
7.16	- приспособления;
7.17	- необходимое диагностическое оборудование.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЛЕКЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОСНОВЫ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ОСНОВЫ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Надежность является комплексной дисциплиной и состоит из разделов: математическая теория надежности; надежность по отдельным физическим критериям отказов (“физика отказов”); расчет и прогнозирование надежности; мероприятия по повышению надежности; контроль надежности (испытания, статистический контроль, организация наблюдений) и техническая диагностика; теория восстановления; экономика надежности.

Современные технические средства состоят из множества взаимодействующих механизмов, аппаратов и приборов. Так, современный автоматизированный прокатный комплекс насчитывает более миллиона деталей, системы радиоуправления ракетами имеют десятки миллионов элементов, тогда как первые простейшие машины и радиоприемники состояли только из десятков или сотен деталей. Отказ в работе хотя бы одного из элементов без резервирования может привести к нарушениям в работе всей системы.

Недостаточная надежность оборудования приводит к огромным затратам на ремонт. Так, в 1984 г. было расходовано 35 млрд. руб., одна пятая часть черных металлов, одна четвертая часть станочного парка и занято на восстановлении

работоспособности оборудования более шести миллионов работников.

Из-за недостаточной надежности машины изготавливают в большем количестве, чем требуется, что приводит к перерасходу металла, излишкам производственных площадей, завышению расходов на ремонт и эксплуатацию; а физический срок службы в среднем существенно ниже срока морального износа.

Более интенсивное развитие науки о надежности в период научно-технической революции связано: с автоматизацией производства; многократным усложнением машин и их соединением в крупные комплексы (автомобили с автоматическими коробками передач, с четырьмя ведущими и управляемыми при повороте колесами и др.); с задачами безлюдной технологии (технологические комплексы станков с ЧПУ, управляемые от ЭВМ, внедрение робототехники и др.); с уменьшением металлоемкости машин, повышением их силовой, тепловой, электрической напряженности (применение деталей из пластмасс, широкое внедрение алюминиевых сплавов, композиционных материалов и др.)

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Современная теория надежности охватывает широкий круг вопросов, а именно: разработка технических условий и требований, предъявляемых к техническим системам; построение этих систем; организация их эксплуатации, технического обслуживания и ремонта; замена изношенных и др.

Проблемы, охватываемые теорией надежности, условно можно разделить на два взаимосвязанных направления:

· физические основы надежности (связаны с изучением физико-химических свойств и параметров элементов изделий, происходящих в них физико-химических процессах, приводящих к отказам);

· математическая теория надежности (основана на изучении статистических, вероятностных закономерностей отказов).

Перспективное направление развития теории надежности определяется сочетанием математических методов с глубоким проникновением в физико-химическую сущность процессов, протекающих в изделии.

Термины надежности стандартизованы. Согласно ГОСТу 27.002-85 надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки. Надежность – сложный показатель, который может включать в себя такие свойства, как:

· безотказность (свойство непрерывно сохранять работоспособность до наступления предельного состояния в течение некоторой наработки);

· долговечность (свойство сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта);

· ремонтопригодность (свойство в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания);

· сохраняемость (свойство объекта непрерывно сохранять показатели безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения и транспортировки).

Для конкретных объектов и условий эксплуатации эти свойства могут иметь различную относительную значимость. Например, для сигнальных лампочек, предохранителей надежность определяется их безотказностью; для ремонтируемых объектов (таких как металлорежущие станки, бытовые стиральные машины, автомобили) важнейшими свойствами являются долговечность, ремонтопригодность.

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Для решения практических вопросов необходимы показатели, характеризующие степень надежности оборудования с количественной стороны. Эти количественные характеристики и называются показателями надежности.

Показатели надежности рассматриваются при государственной аттестации качества продукции. Наличие их позволяет производить инженерные расчеты надежности, устанавливать обоснованные технические требования к надежности проектируемых изделий, делать сравнительную оценку изделий по их надежности и принимать основные решения при организации технического обслуживания и ремонта в системе ППР.

По ГОСТу 27.002.-83 и 23.642-79 все показатели надежности делят на два вида: единичные и комплексные. Единичные – количественно характеризуют только одно из свойств надежности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность и т.д. Комплексные показатели одновременно характеризуют несколько свойств надежности, например, безотказность и ремонтопригодность объекта и т.д. Показатели надежности приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные показатели надежности

Наименование

Обозначение

Пример записи

Вероятность безотказной работы

P(t)

P(1000ч) ³ 0,9

Средняя наработка до отказа

T1

T1=1000 ч

Интенсивность отказов

l(t)

l(100ч) < 0,05 1/ч

Параметр потока отказов

w(t)

w(100ч) < 0,04 1/ч

Наработка на отказ

T0

T0 = 100 ч

Установленная наработка на отказ

to.y.

to.y. < 1000 ч

Вероятность восстановления

F(tв)

F(1,0 ч) ³ 0,9

Среднее время восстановления

= 1,0 ч

Вероятность безотказной работы P(t) – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает.

Средняя наработка до отказа T1 – математическое ожидание наработки объекта до первого отказа.

Интенсивность отказов l(t) – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник.

Параметр потока отказов w(t) – отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки.

Наработка на отказ T0 – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

Установленная наработка до отказа to.y. – наработка до установленных в технической документации видов отказов, которую должен иметь каждый объект при заданных условиях эксплуатации.

Вероятность восстановления P(tв) – вероятность того, что время восстановления работоспособности объекта не превысит заданного.

НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

При оценке работоспособности автомобиль рассматривается как система, состоящая из отдельных элементов. Испытание надежности систем очень сложно и дорого. Поэтому надежность систем вычисляют по надежности отдельных элементов.

Машины без специального резервирования рассматриваются как система из последовательно соединенных элементов (рис. 2).

Рис. 2. Система последовательно соединенных элементов

При таком соединении отказ одного элемента приводит к отказу системы (отказы считаются независимыми). По теореме умножения вероятностей вероятность безотказной работы системы равна произведению вероятности безотказной работы элементов:

.

(11)

При условии равенства надежностей элементов, то есть P1(t)=P2(t)=....Pn(t),

.

(12)

Из зависимости (12) следует, что надежность сложной системы будет уменьшаться, даже если она состоит из достаточно надежных элементов. Например, система состоит из шести элементов с одинаково высокой надежностью Pi=0,99, n=6:

Pc(t)=(0,99)6»0,94.

Выразим вероятность безотказной работы, используя ее зависимость от вероятности отказов, теорию приближенных вычислений. Получим

.

(13)

При q1(t)= q2(t)=... qn(t) получим Pc(t)= 1-nq1(t) и для заданных условий

Pi(t)= 0,99; qi(t)= 0,01; n=6 имеем Pc=1-6·0,01=0,94.

Из приведенного выше следует: если требуется высокая надежность системы, состоящей из многих элементов, то простым повышением надежности ее элементов достичь требуемого качества часто не удается и приходится применять резервирование. Резервирование наиболее широко применяется при конструировании приборов в радиоэлектронной промышленности, когда резервные элементы имеют малые габариты и легко собираются в системы. В машиностроении резервирование может проявляться как при конструировании узлов, так и при решении вопросов организации производства:

· в ответственных узлах используют двойную систему смазки, двойное и тройное уплотнения;

· в станках применяют запасные комплексы специальных инструментов;

· в морских судах силовые установки имеют, как правило, по две машины;

· в пассажирских самолетах применяют 3-4 двигателя и несколько электрических машин. Выход из строя одной или даже нескольких машин, кроме последней, не приводит к аварии самолета;

· в автомобилях применяется двойная система тормозов, привод задних (передних) колес или сблокированный привод всех четырех колес; поворот передних или всех четырех колес при управлении автомобилем.

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ НА НАДЕЖДНОСТЬ

Если в результате эксплуатационных испытаний получен некоторый статистический материал о величине в виде достаточно большого числа n различных случайных значений xi,, изучаемой величины X, то совокупность (x1, x2, x3,…, xn) называется статистической выборкой. По имеющимся значениям статистической выборки можно:

· получить аналитическую зависимость неизвестной плотности вероятности f(x) или F(x);

· оценить неизвестные параметры Mx – математическое ожидание случайной величины и Dx – дисперсию дискретной, случайной величины.

Математическая обработка статистической информации о надежности производится в следующем порядке.

1. Из статистического ряда составляется вариационный ряд, при этом случайные реализации xi записываются в порядке их возрастания и одинаковые значения не исключаются, а повторяются друг за другом.

2. Определяется размах варьирования R:

.

(16)

3. Значение интервала группирования рассчитывается по формуле

(17)

где n – число членов вариационного ряда.

Полученное x округляют до ближайшего целого числа.

4. Количество интервалов группирования K рассчитывается по зависимости

(18)

и полученное число округляется до ближайшего целого (при вычислениях K выбирается из ряда чисел 7, 11, 13, 15, 17...и т.д.), а затем уточняется x.

5. Подсчитывается количество ni тех значений X=xi, которые попали в интервал длиной