

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 30 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Диагностика и надежность автоматизированных систем  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Автоматизация химико-технологических процессов и производств (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование системы знаний по теории надежности и технической диагностике, практических навыков и умений, необходимых для создания автоматизированных систем с заданным уровнем надежности, диагностирования технических и программных средств автоматизации, оценки и обеспечения их надежности и ремонтпригодности в процессе эксплуатации.

Задачи дисциплины

- изучение основных понятий и определений технической диагностики и теории надёжности, нормативных документов в области технической диагностики и надёжности; качественных показателей надёжности технических и программных средств автоматизации; методов определения показателей надёжности; надёжности и эффективности систем автоматизации; схем формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах, классификации отказов; обеспечения надёжности, методов повышения надёжности и эффективности систем автоматизации управления и программно-технических средств; диагностирования как средства повышения надёжности на стадии эксплуатации; видов и методов диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств; алгоритмов диагностирования;
- формирование умения: обработки статистической информации о моментах отказов и восстановления элементов и систем автоматизации при анализе их надежности и ремонтпригодности по известным методикам; разработки структурных схем надежности при синтезе систем автоматизации контроля и управления с заданным уровнем надежности; выбирать контрольно-измерительное оборудование для применения при контроле работоспособности и диагностическом контроле систем автоматизации; применения алгоритмов обнаружения и поиска места неисправности систем автоматизации;
- формирование навыков: составления структурных схем для расчета надежности систем контроля и управления.; обработки измерительной информации и оценки точности измерений и достоверности контроля; применения алгоритмов обнаружения при диагностировании неисправности и места её возникновения; выполнения расчетов по оценке надежности локальных систем автоматизации контроля и управления процессами.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- качественные, функциональные и числовые характеристики надежности и ремонтпригодности технических и программных средств автоматизации;
- методы определения показателей надежности технических и программных средств автоматизации и систем;
- надежность и эффективность систем автоматизации и управления;
- методы повышения надежности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств;
- методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств.

## 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	Знает методы определения показателей надежности, расчета надежности и эффективности систем автоматизации; структурные схемы надежности систем контроля и управления без резервирования и с резервированием; алгоритмы диагностирования технических объектов; методы оптимизации алгоритмов диагностических проверок.	Знает стандартные методы расчета параметров систем автоматизации технологических процессов и производств	Контрольная работа
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	Умеет обрабатывать статистическую информацию о моментах отказов и восстановления элементов и систем автоматизации при анализе их надежности и ремонтпригодности по известным методикам;	Умеет стандартные методы расчета параметров систем автоматизации технологических процессов и производств	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-13	ИД-3ОПК-13	Владеет навыками обработки измерительной информации и оценки точности измерений и достоверности контроля; навыками выполнения расчетов по оценке надежности локальных систем автоматизации контроля и управления процессами.	Владеет навыками использования современных программных продуктов при разработке систем автоматизации технологических процессов и производств	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает основные понятия и определения надёжности; качественные показатели надёжности технических и программных средств автоматизации; классификацию отказов; методы повышения надёжности и эффективности систем автоматизации управления и программно-технических средств; методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств.	Знает основные положения нормативно технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.	Контрольная работа
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет выбирать и применять: нормативно-техническую документацию (ГОСТ, ТУ, справочные материалы и др.) по методам оценки надёжности и ремонтпригодности элементов и систем, оптимизации алгоритмов диагностических проверок технических объектов; контрольно-измерительное оборудование для контроля работоспособности и диагностическом контроле систем автоматизации.	Умеет работать с нормативно технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов норм и правил.	Отчёт по практическому занятию
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками составления структурных схем для расчета надёжности систем контроля и управления, применения стандартов, норм и правил при проектном расчете надёжности систем.	Владеет навыками применения стандартов, норм и правил использования нормативно технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
7-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Надежность в технике.	3	0	8	11
<p>Тема 1. Основные задачи, решаемые теорией надежности. Математический аппарат теории надежности. Диагностирование – средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Система обеспечения надежности. Нормативные документы в области надежности и технической диагностики. Основные понятия и определения надежности. Надёжность технических и программных средств автоматизации. Понятие технического элемента, системы. Понятие отказа элемента (системы). Классификация отказов. Время безотказной работы, время восстановления как случайные величины. Надежность и ее составляющие: безотказность, восстанавливаемость, сохраняемость и долговечность. Значимость составляющих надежности для техники, технологий и автоматики.</p> <p>Тема 2. Показатели надежности технических элементов и систем Функциональные характеристики надежности: вероятность безотказной работы, плотность и интенсивность отказов. Взаимосвязь функциональных характеристик. Статистическое оценивание функциональных характеристик (по результатам испытаний). Числовые показатели надежности: средняя наработка на отказ, дисперсия наработки, гамма-процентный ресурс (гарантированный ресурс). Ремонтпригодность элементов и систем. Функциональные характеристики и числовые показатели ремонтпригодности. Коэффициенты готовности. Теоретические законы безотказности и восстанавливаемости: экспоненциальный, нормальный, усеченный нормальный, логарифмически нормальный, Вейбулла, распределение биномиальное и Пуассона. Параметры законов и их связь с числовыми показателями надежности.</p> <p>Тема 3. Методы определения показателей надежности. Определительные испытания элементов (систем) на надежность. Планирование испытаний, методика экспериментирования, обработка результатов испытаний при определении статистических распределений и точечных (интервальных) оценок показателей надежности. Проверка гипотез согласия и анализ точности и надежности оценок.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Форсированные определительные испытания на надежность, методика их проведения и обработки результатов.</p> <p>Контрольные испытания технических элементов и систем. Понятие ошибок первого и второго рода; риски изготовителя и пользователя. Тактика последовательного экспериментирования при контрольных испытаниях.</p>				
Надежность технических систем	4	0	11	14
<p>Тема 4. Надежность простых технических систем. Анализ безызбыточных невосстанавливаемых технических систем. Понятие основного и избыточного (резервного) элемента. Основное соединение элементов. Структурные надежность схемы безызбыточных систем. Определение показателей надежности нерезервированной системы по известным характеристикам надежности основных элементов.</p> <p>Резервирование в технических системах и его виды: постоянное, скользящее, замещением; нагруженное, частично нагруженное, ненагруженное; групповое и индивидуальное; одно-, дробно- и многократное; мажоритарное. Структурные надежность схемы для различных видов резервирования. Методы расчета надежности резервированных невосстанавливаемых систем по известным характеристикам элементов. Показатели эффективности резервирования, способы их определения. Методы повышения надежности нерезервированных систем: упрощение схем, замена самых “ненадежных” элементов, повышение качества всех элементов.</p> <p>Надежность систем с резервированием и восстановлением. Анализ надежности резервированных восстанавливаемых систем. Описание восстанавливаемых систем марковским случайным процессом с непрерывным временем и дискретными состояниями. Уравнения Колмогорова, методы их решения для определения: функций и коэффициентов готовности системы или средней наработки на отказ.</p>				
Надежность и эффективность систем автоматизации	2	0	9	11
<p>Тема 5. Надежность каналов технологического контроля и систем автоматического регулирования (САР).</p> <p>Внезапные и метрологические (постепенные) отказы измерительных комплектов. Вычисление характеристик надежности по метрологическим, внезапным отказам и общую измерительного</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>комплекта. Надежность измерительных комплектов по функциям контроля (показания, регистрации, сигнализации). Пример расчета показателей надежности канала технологического контроля. Расчет надежности систем автоматического регулирования. Проектный расчет надежности САР. Расчет надежности САР по оценкам показателей надежности её элементов в период эксплуатации.</p> <p>Тема 6. Надежность систем в период эксплуатации. Профилактическое техническое обслуживание устройств и систем. Планирование периодов профилактики. Планирование и расчет ЗИП и числа элементов «замены» для восстановления систем.</p> <p>Тема 7. Эффективность сложных систем автоматизации (выносится на самостоятельное изучение) Понятие сложной системы в теории надежности. Схема формирования отказов в системах автоматизации управления и программно-технических средствах. Невозможность введения понятия отказа для сложной резервированной системы с восстановлением. Понятие эффективности сложной системы, критерии эффективности, вычисление критериев эффективности через вероятности состояний марковской системы с непрерывным временем.</p> <p>Тема 8. Надежность оперативного персонала АСУ ТП. (выносится на самостоятельное изучение) Функции (компетенции) человека-оператора как элемента АСУТП. Характеристики надежности человека-оператора: безошибочность, своевременность. Необходимость учета индивидуальных особенностей человека. Характеристики человека-оператора, учитываемые в расчетах показателей надежности непрерывных производств.</p>				
Надежность программного обеспечения автоматизированных систем (АС) .Надежность программного обеспечения автоматизированных систем (АС)	2	0	0	4
<p>Тема 9. Характеристики надежности программного обеспечения АС. Понятие ошибки и отказа программы и программного обеспечения (ПО). Классификация</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>отказов ПО; сбои, ошибки в программах как источник отказа ПО. Классификация ошибок, анализ распределения ошибок по стадиям создания ПО. Способы и приемы выявления и устранения ошибок в ПО на стадиях разработки спецификаций, проектирования, реализации.</p> <p>Тема 10. Методы повышения надёжности программно-технических средств. Функциональные и числовые характеристики безотказности и восстанавливаемости нерезервированных программных средств и систем. Зависимость показателей надежности программных средств от числа ошибок в программах. Оценивание числа ошибок в ПО на стадии сопровождения. Резервирование программных средств и систем. Виды резервирования: временное, информационное, программное, программно-аппаратурное.</p>				
<p>Диагностика автоматизированных систем. Место диагностики в жизненном цикле АС.</p>	1	0	0	2
<p>Тема 11. Роль и место контроля и диагностики в управлении функционированием АС. Оперативная диагностика средств и систем автоматизации. Основные понятия, термины и ГОСТы диагностики технических систем. Задачи технической диагностики и контроля состояния объектов диагностирования. Связь диагностики с надежностью автоматизированных систем.</p> <p>Тема 12. Основные меры по обеспечению требуемой безотказности АС в процессе эксплуатации (прямые методы). Повышение эффективности АС путем контроля состояния технических средств системы и качества переработки, передачи и хранения в ней информации с целью своевременного восстановления устройств и искаженной циркулирующей в них информации. Автоматизация процесса диагностирования.</p>				
<p>Виды и методы контроля при диагностировании систем автоматизации</p>	2	0	0	4
<p>Тема 13. Виды контроля функционирования АС. Контроль работоспособности и диагностический контроль; полный, неполный (частичный) и комбинированный; неавтоматизированный, полуавтоматизированный, автоматизированный; периодический и оперативный; параллельный; внутренний и внешний; непосредственный и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>дистанционный; централизованный и децентрализованный; детерминированный и вероятностный; контроль в рабочем режиме и профилактический контроль; динамический и статический.</p> <p>Тема 14. Методы контроля функционирования АС. Прямые методы и косвенные методы, программные и аппаратные; программный контроль: программно-логический, алгоритмический, тестовый; аппаратный контроль: по модулю; контроль с использованием корректирующих кодов; аппаратно-микропрограммный контроль; мажоритарный; комбинированный. Содержательное описание процессов контроля, первичные операции процесса контроля.</p>				
Методы и алгоритмы обнаружения и поиска дефектов при диагностировании систем автоматизации	4	0	4	8
<p>Тема 15. Признаки, методы обнаружения и алгоритмы поиска дефектов. Признаки наличия дефекта, математические признаки. Методы обнаружения дефектов: осмотр, индикация, поиск. Визуальный осмотр, автоматическая индикация. Наружное сужение области поиска местонахождения дефекта путем выполнения последовательности проверок. Алгоритмы поиска дефектов: последовательные, параллельные, комбинированные.</p> <p>Тема 16. Методы построения алгоритмов поиска дефектов. Метод, основанный на известных показателях надежности структурных единиц объекта диагностики. Три способа построения алгоритмов поиска: по показателям безотказности; по показателям ремонтпригодности; по отношению времени затрачиваемого на поиск дефекта каждой структурной единицы к вероятности её отказа. Информационный (энтропийный метод); метод, основанный на анализе чувствительностей функции передач; метод, основанный на анализе таблиц состояний.</p> <p>Тема 17. Оперативная диагностика программного обеспечения АС. Оперативная диагностика программных систем. Диагностирование программ на стадиях разработки и эксплуатации ПО. Автоматизация процесса диагностирования ПО.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Алгоритмы диагностирования. Интеллектуальные системы диагностики программных средств и систем.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	0	32	54
ИТОГО по дисциплине	18	0	32	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Взаимосвязь функциональных характеристик надежности устройств (элементов), расчет различных характеристик при одной заданной.
2	Определение функциональных и точечных характеристик (показателей) надежности технического устройства (элемента) по результатам определительных испытаний на надежность.
3	Определение параметра экспоненциального (показательного) закона распределения времени безотказной работы – интенсивности отказов технического устройства (элемента) по результатам определительных испытаний, вычисление в соответствии с законом вероятности безотказной работы устройства за заданное время, а также гамма-%-го ресурса времени работы при заданном уровне надежности.
4	Вычисление в соответствии с усеченным нормальным законом распределения времени безотказной работы значений функциональных характеристик надежности технического устройства при заданном времени функционирования.
5	Определение времени календарного обслуживания технического устройства при заданном экспоненциальном законе распределения времени безотказной работы, интенсивности отказов и допустимой вероятности отказа.
6	Планирование (расчет) количества однотипных элементов замены (ЗИП) для АСУ ТП производств химического предприятия при заданных их количестве, времени пополнения ЗИП, интенсивности отказа элемента и коэффициенте достаточности, а также времени ремонта, при наличии ремонтной службы.
7	Расчет резервированных систем технологического контроля и управления с заданным уровнем надежности
8	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем при различных способах резервирования.
9	Определение параметров экспоненциального, Вейбулла и усеченного нормального распределений времени безотказной работы элементов по экспериментальным данным (с применением вычислительного эксперимента на "зашумленных" моделях распределения).
10	Составление размеченного графа и системы уравнений Колмогорова для состояний простой системы с отказами и восстановлением элементов.
11	Решение системы уравнений Колмогорова (в Matlab) для резервированного восстанавливаемого технического устройства с дискретными состояниями и непрерывным временем при заданных значениях интенсивностей отказов и восстановлений, определение средней наработки на отказ системы с восстановлением.
12	Составление по функциональным схемам структурных надежностных схем систем автоматизации контроля и управления параметрами технологического процесса. Проектный расчет надежности систем по заданным числовым показателям надежности элементов.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
13	Расчет надежности канала технологического контроля с внезапными и метрологическими отказами по заданным показателям надежности элементов.
14	Расчет надежности системы автоматического регулирования технологического параметра по заданным показателям надежности элементов.
15	Алгоритмы поиска дефектов. Построение алгоритмов поиска дефектов на основе показателей надежности и ремонтпригодности.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		

1	Бочкарев С. В. Диагностика и надёжность автоматизированных технологических систем : учебное пособие для вузов / С. В. Бочкарев, А. И. Цаплин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2013.	50
2	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов / В. А. Острейковский. - М.: Высш. шк., 2008.	3
3	Половко А.М. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов / А.М. Половко, С.В. Гуров. - СПб: БХВ-Петербург, 2006.	22
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Балакирев В.С. Надежность технических и программных средств автоматизации : учебное пособие / В.С. Балакирев, В.Я. Бадеников. - Ангарск: Изд-во АТИ, 1994.	8
2	Глазунов Л. П. Основы теории надежности автоматических систем управления : учебное пособие для вузов / Л. П. Глазунов, В. П. Грабовецкий, О. В. Щербаков. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1984.	15
3	Синопальников В. А. Надежность и диагностика технологических систем : учебник для вузов / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. - М.: Высш. шк., 2005.	9
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Надежность в технике : сборник государственные стандарты. - Москва: Изд-во стандартов, 2002.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Половко А. М. Основы теории надежности : практикум : учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2475">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2475</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска, стол преподавателя, парты	1
Практическое занятие	Проектор, экран настенный; маркерная доска, компьютерные столы (10 шт.), персональные компьютеры (10 шт.)	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Диагностика и надежность автоматизированных систем»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Автоматизация химико-технологических процессов и производств
<b>Квалификация (степень) выпускника:</b>	бакалавр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Оборудование и автоматизация химических производств
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Курс:</b> <u>4</u>	<b>Семестр(ы):</b> <u>7</u>

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>3</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>108</u> ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачет: 7 семестр

Пермь 2022 г.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно рабочей программы дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях, выполнении расчетно-графических работ. Виды контроля сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Контролируемые результаты обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	ТО	ПР	КР	Зачёт
В результате освоения дисциплины студент <b>знает:</b>				
– основные понятия и определения надёжности;	+		+	ТВ
– качественные показатели надёжности технических и программных средств автоматизации;	+		+	ТВ
– классификацию отказов;	+		+	ТВ
– методы повышения надёжности и эффективности систем автоматизации управления и программно-технических средств;	+		+	ТВ
– методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств.	+		+	ТВ
– методы определения показателей надёжности, – расчета надёжности и эффективности систем автоматизации;				
– структурные схемы надёжности систем контроля и управления без резервирования и с резервированием;	+		+	ТВ
– алгоритмы диагностирования технических объектов;	+		+	ТВ
– методы оптимизации алгоритмов диагностических проверок.			+	ТВ
<b>умеет:</b>				
– выбирать и применять: нормативно-техническую документацию (ГОСТ, ТУ, справочные материалы)		+		ПЗ

и др.) по методам оценки надежности и ремонтпригодности элементов и систем, оптимизации алгоритмов диагностических проверок технических объектов;				
– выбирать и применять контрольно-измерительное оборудование для контроля работоспособности и диагностическом контроле систем автоматизации;		+	+	ПЗ
– обрабатывать статистическую информацию о моментах отказов и восстановления элементов и систем автоматизации при анализе их надежности и ремонтпригодности по известным методикам;		+		ПЗ
<b>владеет:</b>				
– навыками составления структурных схем для расчета надежности систем контроля и управления, применения стандартов, норм и правил при проектном расчете надежности систем;		+		ПЗ
– навыками обработки измерительной информации и оценки точности измерений и достоверности контроля;		+		ПЗ
– навыками выполнения расчетов по оценке надежности локальных систем автоматизации контроля и управления процессами.		+		ПЗ

*ТО – теоретический опрос; ПР – отчеты по практическим занятиям; КР – рубежная контрольная работа; ПЗ – практическое задание; ТВ – теоретический вопрос;*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация по дисциплине в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

## 2.1 Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала проводится по каждой теме в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 2.2 Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (таблица 1) проводится в форме выполнения заданий для практических занятий с оформлением и защитой отчетов по заданиям и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланированы три рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Некоторые типовые вопросы к контрольным работам приведены ниже.

Типовые вопросы к контрольной работе №1 (разделы 1-2)

1. Понятие надежности систем (элементов) как их свойства с составляющими: безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость (дать определения составляющих).
2. Надежность ТСА. Надежность элементов. Понятия и определения в теории надежности: элемента; системы; надежности элемента; работоспособности (исправности) элемента и системы; отказа и восстановления; времени безотказной работы  $T$ ; времени восстановления  $T_v$ .
3. Связь функциональных характеристик надежности  $P(t)$   $Q(t)$ ;  $f(t)$ ;  $\lambda(t)$  между собой.
4. Числовые характеристики надежности. Математическое ожидание времени безотказной работы. Статистическая (выборочная) оценка математического ожидания времени безотказной работы – средняя наработка на отказ (среднее время безотказной работы)  $t^*_n$ .
5. Ремонтпригодность элементов. Функциональные характеристики ремонтпригодности восстанавливаемых элементов  $P(t_h)$ ;  $Q(t_h)$ ;  $f(t_h)$ ;  $\lambda(t_h)$ . Статистическая (выборочная) оценка интенсивности потока восстановлений  $\mu(t)$ .
6. Определительные испытания на надежность восстанавливаемых элементов, назначение и организация.

Типовые вопросы к контрольной работе №2 (Разделы 3-4)

1. Надежность простых технических систем. Понятие простой системы. Надежностные структурные схемы соединения элементов. Системы с избыточностью (резервированные) и безизбыточные (нерезервированные).
2. Числовые характеристики надежности резервированных систем.
3. Надежность каналов технологического контроля и систем автоматического регулирования.
4. Надежность измерительных комплектов по функциям контроля (показания, регистрации, сигнализации).
5. Понятие надежности программного обеспечения (ПО). Сбои и отказы ПО.
6. Функциональные характеристики надежности ПО автоматизированных систем.
7. Надежность АСУТП. Надежность оперативного персонала.

## Типовые вопросы к контрольной работе №3 (разделы 5-7)

1. Роль и место контроля работоспособности и диагностики в управлении функционированием АС, основные меры по обеспечению требуемой безотказности АС в процессе эксплуатации.
2. Виды контроля АС: контроль работоспособности и диагностический контроль; полный, неполный (частичный) и комбинированный; неавтоматизированный, полуавтоматизированный, автоматизированный; периодический и оперативный.
3. Методы контроля работоспособности. Прямые методы и косвенные методы, программные и аппаратные. Программный контроль: программно-логический, алгоритмический, тестовый.
4. Методы контроля. Аппаратный контроль: по модулю; контроль с использованием корректирующих кодов; аппаратно-микропрограммный контроль; мажоритарный; комбинированный.
5. Поиск дефектов, признаки и методы обнаружения дефектов.
6. Алгоритмы поиска дефектов: последовательный, параллельный и комбинированный поиск.

*Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.*

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по заданиям к практическим занятиям и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

### 2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

#### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Понятие надежности систем (элементов) как их свойства с составляющими: безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость (дать определения составляющих).
2. Ремонтпригодность элементов. Функциональные характеристики ремонтпригодности восстанавливаемых элементов  $P(t_h)$ ;  $Q(t_h)$ ;  $f(t_h)$ ;  $\lambda(t_h)$ . Статистическая (выборочная) оценка интенсивности потока восстановлений  $\mu(t)$ .
3. Проектная надежность каналов технологического контроля и систем автоматического регулирования.
4. Функциональные характеристики надежности резервированных систем.
5. Повышение эффективности АС путем контроля состояния технических средств системы и качества переработки, передачи и хранения в ней информации с целью своевременного восстановления устройств и искаженной циркулирующей в них информации.
6. Роль и место контроля и диагностики в управлении функционированием АС, основные меры по обеспечению требуемой безотказности АС в процессе эксплуатации.

#### Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Определительные испытания. Методики испытаний и обработки результатов.
2. Надежность каналов технологического контроля. Функциональные схемы типовых каналов, методика составления структурных надежностных схем.
3. Формализация описания смены состояний системы, размеченный граф состояний, уравнения Колмогорова.
4. Методы повышения надежности программного обеспечения АСУТП.
5. Методики построения алгоритмов поиска дефектов. Метод, основанный на показателях надежности структурных единиц объекта диагностики.

#### Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составление по заданной функциональной схеме структурной надежностной системы автоматического регулирования с резервированием контроллера и некоторых других элементов, вывод выражения для вычисления вероятности безотказной работы системы  $P_c(t)$ .
2. Вычисление по экспериментальным значениям наработки до отказа элемента значений статистической оценки  $P^*(t)$  функции распределения времени безотказной работы.
3. Составление последовательного и параллельного алгоритмов поиска дефекта объекта диагностики, состоящего из  $N$  структурных единиц (4-6 ед.).
4. Составление размеченного графа состояний отказа и работоспособности системы с резервированием (дублированием) элементов, а также системы уравнений для вычисления финальных вероятностных состояний.

### 2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.