

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

« 13 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Надёжность и диагностика технологических систем  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Обеспечение эффективности технологических процессов  
жизненного цикла изделия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение системных знаний для оценки надежности и диагностирования состояния технологических процессов с учётом влияния состояния оборудования, условий обработки, приобретение умений и опыта использования надежного режущего инструмента и приспособлений для обеспечения заданных выходных характеристик параметров качества обработки.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Задачи учебной дисциплины:

- изучение особенностей обеспечения надежности получения стабильных выходных характеристик процесса обработки, и диагностики состояния объектов производства;
- формирование умений определять стабильность функционирования компонентов технологических процессов и сохранения их первоначальных параметров во времени, а также о методах и средствах, позволяющих оценить текущее состояние работоспособности оборудования и элементов технологического оснащения;
- формирование навыков по обеспечению стабильности функционирования компонентов технологических систем, а также разработки алгоритмов и методик позволяющих оценить их текущее состояние и предпринимать последующие действия по устранению причин выхода их из строя и использовать полученные знания, умения и навыки в других дисциплинах.

### 1.3. Входные требования

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин, участвующих в формировании компетенций, совместно с данной дисциплиной: «Математическое моделирование в машиностроении» (Б1.Б.05), «Технологическое обеспечение качества» (Б1.Б.08), «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств» (Б1.В.06), «Современные средства и методы проектирования машиностроительных изделий» (Б1.В.03), «Прогрессивные методы обработки материалов и процессы измерений в современной промышленности» (Б1.В.05), «Методы испытания физико-механических свойств материалов и изделий» (Б1.В.09), «Управление качеством продукции и промышленной безопасностью машиностроительных производств» (Б1.В.12).

## 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-2	ИД-1ОПК-2	Способность знать порядок оформления и структуру технической документации	Знает порядок оформления и структуру технической документации в областях профессиональной деятельности	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Способность оценивать качество содержания документированной информации машиностроительного производства на соответствие заданным критериям научно-технических разработок	Умеет оценивать качество содержания и формы документированной информации машиностроительного производства на соответствие установленным требованиям документооборота, правилам оформления и заданным критериям научно-технических разработок	Индивидуальное задание
ОПК-2	ИД-3ОПК-1	Владеет опытом анализа технической документации	Владеет опытом анализа и экспертизы технической документации в процессе профессиональной деятельности	Индивидуальное задание
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Способность применять математические методы решения научно-технических задач в машиностроении, математические методы для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств в инженерной и исследовательской практике конструкторско-технологического обеспечения производств; основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем, количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования	Знает основные области применения математических методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности и математизации научных исследований, математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств в инженерной и исследовательской практике; основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем, количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			технологического оборудования	
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Способность оценивать и представлять результаты математического моделирования процессов конструкторско-технологической подготовки производства, осуществлять постановку и решение задач для математического анализа проектной ситуации, рабочих процессов обработки материалов, разрабатывать алгоритмы программ обслуживания датчиков и технического диагностирования процесса резания; рассчитывать основные показатели надежности технологического процесса	Умеет оценивать и представлять результаты математического моделирования объектов и процессов конструкторско-технологической подготовки производства, осуществлять постановку и решение задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, разрабатывать алгоритмы программ обслуживания датчиков и технического диагностирования процесса резания; рассчитывать основные показатели надежности технологического процесса	Индивидуальное задание
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Способность математического моделирования технологических, конструкторских, эксплуатационных параметров машиностроительных изделий; представления результатов математического моделирования объектов и процессов машиностроения; опыт расчета основных показателей надежности и управления ими; анализа показателей надежности технологических систем; опыт разработки мероприятий по устранению причин, приводящих к отказу технологических систем	Владеет навыками использования математического моделирования для определения технологических, конструкторских, эксплуатационных и экономических параметров функционирования машиностроительных изделий и производств; опытом оценки и представления результатов математического моделирования объектов и процессов в машиностроении; опытом расчета основных показателей надежности и управления ими; анализа показателей надежности технологических систем; опытом разработки мероприятий по устранению причин, приводящих	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			к отказу технологических систем	
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Способность знать основные закономерности, технологии, методы контроля технологии изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ	Знает основные закономерности, технологии, методы и средства контроля разработки технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или много-шпиндельной обработки.	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Способность разрабатывать технологии изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ, применять методы высокопроизводительной обработки, выбирать и использовать стратегии и методы высокоскоростной обработки поверхностей свободной формы.	Умеет разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многшпиндельной обработки, применять методы высокопроизводительной обработки, выбирать и использовать стратегии и методы высокоскоростной обработки, программировать обработку сложных контуров и поверхностей свободной формы.	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеть навыками разработки технологий изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ	Владеет навыками разработки технологий и программ изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многшпиндельной обработки	Отчёт по практическому занятию
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, научно-техническую документацию и современные информационные ресурсы станкообеспечения, методы сравнительного анализа объектов техники и технологий с охраняемыми объектами	Знает научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, научно-техническую документацию и современные информационные ресурсы в своей области знаний, охраняемые документы, методы и технологию сопоставительного анализа объектов техники и технологий с	Отчет по практике

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		промышленной собственности, методы определения патентной чистоты, правовые основы охраны объектов исследования объектов промышленной собственности, методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации научных исследований и разработок.	охраняемыми объектами промышленной собственности, методы определения патентной чистоты, правовые основы охраны объектов исследования и экономическую оценку использования объектов промышленной собственности, методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации научных исследований и разработок.	
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Способность обосновывать патентную чистоту технических объектов и технологий, оценивать патентоспособность вновь созданных технических решений объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, определять показатели технического уровня изделий машиностроения, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок	Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты технических объектов и технологий, оценивать патентоспособность вновь созданных технических решений, применимость в научно-технических разработках известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, определять показатели технического уровня изделий и технологий машиностроения, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок.	Отчёт по практическому занятию
ПКО-2	ИД-3ПКО-3	Способность определять задачи прикладных научных исследований, в том числе, осуществлять поиск, отбор, систематизацию и анализ патентной и другой научно-технической информации, готовить научно-технические отчёты, разрабатывать	Владеет определения задач прикладных научных исследований, осуществления поиска, отбора, систематизации и анализа патентной и другой научно-технической документации и информации, подготовки научно-технических отчётов по выполняемым	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		методические программы проведения исследований, осуществлять теоретического обобщения результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследований	исследованиям, разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок, осуществ-ления теоретического обобщения ре-зультатов экспериментов и наблюде-ний в соответствии с задачами иссле-дований, контроля их адекватности и точности.	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 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	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Обеспечение параметров надежности технологических систем	1	0	2	8
Тема 3. Повреждения в элементах технологических систем, приводящие к отказу. Классификация процессов, действующих в элементах технологической системы, по скорости их протекания. Группы процессов и повреждений: быстропротекающие, средней скорости и медленные. Схема формирования отказов. Повреждения технологических систем: тепловые, силовые, динамические. Виды повреждений и отказы режущего инструмента.				
Раздел 1. Обеспечение параметров надежности технологических систем	1	0	1	7
Тема 2. Количественные показатели надежности технологических систем. Приложение теории вероятностей к решению задач надежности. Нарботка до отказа и закон её распределения. Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа. Интенсивность отказов. Решение практических задач анализа надежности. Характеристика климата как внешнего условия эксплуатации машин.				
Раздел 1. Обеспечение параметров надежности технологических систем	1	0	1	5
Тема 1. Основные понятия, термины, определения, ГОСТ. Надежность технологической системы. Основные понятия: работоспособность, наработка, ресурс, безотказность, долговечность. Функциональный и параметрический отказ. Климат и надежность машин				
Раздел 2. Система обеспечения надежности режущего инструмента.	3	0	2	8
Тема 5. Обеспечение надежности инструмента на стадии проектирования. Определение показателей безотказности инструмента на основе требований потребителя. Выбор рациональных режимов резания и параметров начального состояния инструмента.				
Раздел 2. Система обеспечения надежности режущего инструмента.	2	0	2	8
Тема 7. Обеспечение надежности инструмента на стадии эксплуатации. Различие между средней и гарантийной стойкостью. Исследование отклонений фактического износа инструмента от нормативного значения для выявления технологических нарушений, допущенных на стадии изготовления инструмента. Методика обеспечения надежности				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
инструмента. Расчет гамма-процентной наработки инструмента.				
Раздел 2. Система обеспечения надежности режущего инструмента.	2	0	2	8
Тема 6. Обеспечение надежности инструмента на стадии изготовления. Этапы технологического процесса изготовления инструмента. Влияние условий обработки на формирование требуемых параметров начального состояния инструмента.				
Раздел 2. Система обеспечения надежности режущего инструмента	2	0	2	8
Тема 4. Хрупкое разрушение и изнашивание режущей части инструмента. Диаграмма параметрических отказов станочных систем. Механизм хрупкого разрушения. Скалывание (поломка) и выкрашивание, причины и условия их возникновения. Распределение силовых и тепловых полей в инструменте. Расчет прочности режущей части инструмента. Виды изнашивания. Очаги износа. Критерии износа. Влияние условий резания на износ. Расчет интенсивности износа режущей части инструмента.				
Раздел 3. Диагностика состояния инструмента, принципы построения автоматизированных стендов научных исследований обработки резанием (АСНИ ОР)	1	0	2	5
Тема 9. Диагностические признаки состояния инструмента, методы и средства диагностирования процесса резания. Методические основы разработки систем диагностирования. Силы резания. Колебания. Электрические и электромагнитные процессы. Температура. Параметры обрабатываемой детали. Измерительная аппаратура. Оценка надежности и диагностика процесса резания.				
Раздел 3. Диагностика состояния инструмента, принципы построения автоматизированных стендов научных исследований обработки резанием (АСНИ ОР)	1	0	1	5
Тема 10. Автоматизированный стенд научных исследований при обработке резанием. Принцип построения Автоматизированный Стенд Научных Исследований при Обработке Резанием (АСНИ ОР): функциональная структура и виды обеспечения. Техническое обеспечение АСНИ ОР: механизм передачи информации из зоны резания в ЭВМ, техническая реализация и функционирование. Алгоритмы программного				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
обеспечения.				
Раздел 3. Диагностика состояния инструмента, принципы построения автоматизированных стендов научных исследований обработки резанием (АСНИ ОР)	1	0	2	5
Тема 8. Основные понятия, термины, определения, ГОСТ. Техническая диагностика. Контроль технического состояния. Система и средства диагностирования. Задачи диагностирования. Предэксплуатационная и эксплуатационная диагностика. Диагностирование - способ повышения надежности технологического процесса.				
Раздел 3. Диагностика состояния инструмента, принципы построения автоматизированных стендов научных исследований обработки резанием (АСНИ ОР)	1	0	1	5
Тема 11. Однопараметрическая и многопараметрическая диагностика процесса резания и инструмента. Распознавание износа, поломок инструмента и других видов отказа. Диагностирование состояния быстрорежущих/твердосплавных сверл при сверлении отверстий в заготовках из сталей и сплавов. Диагностирование состояния быстрорежущих/твердосплавных сверл при сверлении отверстий в заготовках из полимерных композиционных материалах. Диагностирование инструмента в прогрессивных технологиях резания.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение количественных показателей надежности технологических систем.
2	Разработка и анализ систем обеспечения надежности инструмента.
3	Определение диагностических признаков состояния инструмента, использование методов и средств диагностирования процесса резания.
4	Применение принципов построения и технического обеспечения АСНИОР.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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. Бочкарёв, А. И. Цаплин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2013.	50
2	Инструментальное обеспечение автоматизированного производства : учебник для вузов / В. А. Гречишников [и др.]. - Москва: Высш. шк., 2001.	37
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Бочкарев С. В. Диагностика и надёжность автоматизированных систем : учебное пособие для вузов / С. В. Бочкарев, А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	100
2	Гурин В. Д. Надёжность и диагностика технологических систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Гурин, А. Р. Маслов. - Москва: ИТО, 2012.	4
3	Диагностика автоматизированного производства / С. Н. Григорьев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2011.	2
4	Диагностика и надёжность автоматизированных систем : учебник для вузов / Б. М. Бржозовский [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2011.	2
5	Диагностика, испытание и ремонт станочного оборудования : учебник для вузов / В. О. Трилисский [и др.]. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2001.	8
6	Надёжность технологических систем в машиностроении : сборник трудов / Московский государственный технологический университет Станкин ; Под ред. С. Н. Григорьева. - Москва: ИТО, 2011.	3
7	Петраков Ю. В. Моделирование процессов резания : учебное пособие для вузов / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - Старый Оскол: ТНТ, 2011.	5
8	Синопальников В. А. Надёжность и диагностика технологических систем : учебник для вузов / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. - М.: Высш. шк., 2005.	9
9	Юркевич В. В. Надёжность и диагностика технологических систем : учебник для вузов / В. В. Юркевич, А. Г. Схиртладзе. - Москва: Академия, 2011.	6
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Проблемы машиностроения и автоматизации : международный журнал / Российская академия наук ; Институт машиноведения им. А.А. Благонравова ; Российский научно-исследовательский институт информационных технологий и систем автоматизированного проектирования ; Национальная технологическая палата ; ЗАО Ассоциация КОН. - Москва: Изд-во ИМАШ, 1982.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Надёжность 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>		
1	Управление качеством : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / С. В. Бочкарев [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2019.	11

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Управление качеством /учебное пособие для вузов	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3327">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3327</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Диагностика и надёжность автоматизированных систем	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2766">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2766</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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
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>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук Lenovo инв. №04101186	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор Benq инв. №0465109	1
Практическое занятие	ПК	1
Практическое занятие	Проектор Benq инв. №0465109	1

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

Описан в отдельном документе

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Надежность и диагностика технологических систем»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины***

<b>Направление подготовки:</b>	Направление 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»	
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия	
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»	
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Инновационные технологии машиностроения	
<b>Форма обучения:</b>	Очная	
<b>Курс:</b> 1	<b>Семестр:</b> 1	
<b>Трудоёмкость:</b>		
Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамен:	1 семестр	

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Надежность и диагностика технологических систем" 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 РПД освоение учебного материала дисциплины "Надежность и диагностика технологических систем" запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине "Надежность и диагностика технологических систем" (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОПР/ ПЗ	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 - основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем, количественные показатели надежности их функционирования;				КР1		ТВ
3.2 - характеристики сочетаний климатических факторов и их влияния на надежность.		ТО1		КР2		ТВ
3.3 - методы создания системы обеспечения надежности инструмента и обрабатываемых станков;	С1	ТО2				ТВ
3.4 - явления, происходящие в элементах технологических систем приводящие к отказу;				КР1		ТВ
3.5 - методы и средства технического диагностирования;		ТО3				ТВ
3.6 - методы статистической обработки результатов исследований показателей надежности.	С2	ТО3				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 - разрабатывать принципы и алгоритмы программ обслуживания датчиков и технического			ОПР1	КР3		ПЗ



диагностирования процесса резания;						
<b>У.2</b> - оценивать надежность машин при эксплуатации в условиях холодного, жаркого сухого и жаркого влажного климата.			ОПР2	КР2		ПЗ
<b>У.3.</b> - применять расчеты надежности при выборе наиболее рациональных проектировочных решений режущего инструмента;			ОПР3	КР2		ПЗ
<b>У.4</b> - разрабатывать алгоритмы программ обслуживания датчиков и технического диагностирования процесса резания			ОПР1	КР3		
<b>У.5</b> находить количественные показатели надежности ТС и их элементов						КЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> - навыками разработки мероприятий по устранению причин, приводящих к отказу технологической системы.			ОПР4			КЗ
<b>В.2</b> опытом анализа технологических систем для оценки вероятности их безотказной работы и наработки до отказа;			ОПР5			КЗ
<b>В.3</b> опытом разработки системы обеспечения надежности режущего инструмента.			ОПР3			КЗ
<b>В.4</b> - опытом применения методов и средств диагностирования технологических систем; - навыками проектирования автоматизированных стендов научных исследований при обработке резанием;			ОПР6	КР3		КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПР – отчет по практической работе (заданию); Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. 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 в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 6 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Обеспечение параметров надежности технологических систем», вторая КР – по модулю 2 «Система обеспечения надежности режущего инструмента», третья КР – по модулю 3 «Диагностика состояния инструмента, принципы построения автоматизированных стендов научных исследований обработки резанием (АСНИ ОР)».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Определение количественных показателей надежности технологических систем.

2. Разработка и анализ систем обеспечения надежности инструмента.

3. Схема формирования отказов

4. Упрощенная схема формирования отказов

4. Функциональный и параметрический отказы.

### **Типовые задания второй КР:**

1. Характеристики сочетаний климатических факторов и их влияния на надежность.
2. Оценка надежности машин при эксплуатации в условиях холодного, жаркого сухого и жаркого влажного климата.
3. Определение показателей безотказности инструмента

### **Типовые задания третьей КР:**

1. Составить схему автоматизированного стенда для научных исследований.
2. Составить схему неавтоматизированного стенда для научных исследований.
3. Перечислить методы и средств диагностирования технологических систем.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы 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 лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных 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. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные понятия надежности по ГОСТ 27.002-2015: наработка на отказ. Остаточный ресурс и др.
2. Дать определения: работоспособность, наработка, ресурс, безотказность, долговечность.
3. Определения понятий надежности, характеризующих состояние технологической системы, и ее элементов: надежность, работоспособное и неработоспособное состояния, отказ, критерий отказа, повреждение, исправное/неисправное состояния.
4. Функциональный и параметрический отказы, параметрическая надежность станка и режущего инструмента.
5. Классификация процессов, действующих в элементах технологической системы, по скорости их протекания.
6. Тепловые повреждения в технологических и станочных системах.
7. Силовые повреждения в технологических и станочных системах.

8. Влияние низких температур воздуха на режим эксплуатации и надежность.
9. Континентальность климата для условий эксплуатации машин.
10. Влажность воздуха и осадки. Атмосферные явления для условий эксплуатации машин.
11. Биологические факторы для условий эксплуатации машин.
12. Техническая жесткость климата и надежность технических устройств

Исследование поверхности деталей на этапах жизненного цикла.

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

1. Определение и статистические оценки вероятности отказов и вероятности безотказной работы.
2. Количественные показатели климатической надежности машин. Коэффициенты климатической надежности машин. Запасы холодо- и теплостойкости конструкций машин, коэффициент холодостойкости конструкции, коэффициент теплостойкости.
3. Законы распределения прочности и нагрузки. Нормальный з-н. Экспоненциальный з-н. Гамма. Логарифмический нормальный. Вейбулла.
4. Вероятность отказов и вероятность безотказной работы через плотность распределения наработки до отказа.
5. Методы акустической диагностики технологических систем.
6. Методы вибродиагностики технологических систем.
7. Динамические повреждения в технологических и станочных системах.
8. Количественные показатели надежности ТС и их элементов.

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

1. Вариант диагностирования методом функциональных зависимостей
2. Практическая задача расчета вероятности безотказной работы элементов с одинаковым коэффициентом запаса, но с разным квадратическим отклонением
3. Практическая задача расчета долговечности по износостойкости для вращательного движения при жидкостном трении
4. Схема (диаграмма) формирования отказов. Параметрическая надежность (модель постепенных отказов)
5. Схема изменения показателей качества станка с течением времени
6. Общие принципы диагностики состояния технологического оборудования
7. Алгоритм и граф построения системы диагностики
8. Разработать схему диагностические комплекса для исследования процесса сверления
9. Разработать схему диагностические комплекса для исследования процесса точения
10. Разработать схему диагностические комплекса для исследования процесса фрезерования.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и*

*практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

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

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена 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 экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

**Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений**

**Задание № \_\_. (анализ кейс-стади)**

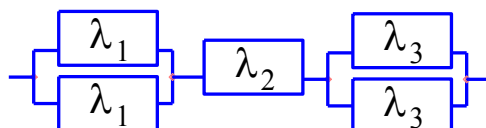
Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

**Ситуация 1. Задача №1\*<sup>1</sup> Проверяемые результаты обучения: У.5; В.2**

Предположим, что четыре двигателя ракеты-носителя работают одновременно. Если один двигатель выходит из строя, то другие способны работать при полной системной нагрузке. Требуется найти интенсивность отказов  $\lambda$  системы при продолжительности выполнения задания  $t=4$  мин. При условии, что вероятность безотказной работы одинаковы и равны  $P(t)=0,99$ , отказы двигателей независимы.

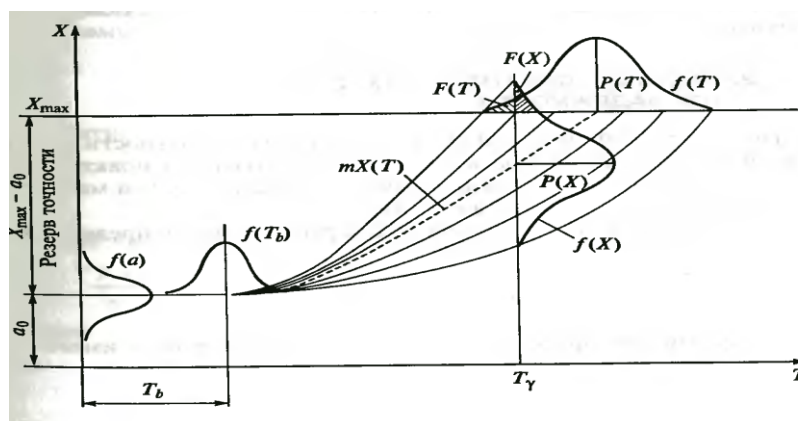
**Ситуация 2. Проверяемые результаты обучения: У.5; В.2**

Схема расчета надежности резервированного устройства приведена на рисунке. Интенсивности отказов элементов имеют следующие значения:  $\lambda_1=0,13 \cdot 10^{-3}$  1/час,  $\lambda_2=0,25 \cdot 10^{-4}$  1/час,  $\lambda_3=0,3 \cdot 10^{-3}$  1/час. Предполагается, что закон плотности вероятности распределения отказов – экспоненциальный и последствие отказов элементов отсутствует. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа устройства и построить зависимость интенсивности отказов устройства от времени.



**Ситуация 3. Проверяемые результаты обучения: У.3; В.3**

Пояснить диаграмму формирования отказов.



**Критерии оценки ситуационных заданий**

<sup>1</sup> Куренков В. И. МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ: учеб пособие ИВ. И. Куренков, В. А. Капитонов - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2007. - 320 с.

**Оценка «пять» ставится**, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

**Оценка «четыре» ставится**, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

**Оценка «три» ставится**, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

**Оценка «два» ставится**, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.