

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 17 » февраля 20__ 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 многошпиндельной 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 многошпиндельной 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
1. Основная литература		
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
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

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
2.2. Периодические издания		
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.	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Надёжность в технике : сборник государственные стандарты. - Москва: Изд-во стандартов, 2002.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
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	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3327	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Диагностика и надёжность автоматизированных систем	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2766	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 27.02.2022)
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	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

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