

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.4 «Надежность и диагностика технологических систем в машиностроении»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.04.01**

**Машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Машины и технология литейного производства**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	В.С. Киселев
Согласовал	Зав. кафедрой «МБСП»	М.Н. Сейдуров
	руководитель направленности (профиля) программы	И.В. Марширов

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-10	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	ОПК-10.1	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий в машиностроении
		ОПК-10.2	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Компьютерные и информационные технологии в машиностроении, Математические методы в инженерии
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Управление качеством отливок

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	32	0	168	68

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 2**

### **Лекционные занятия (16ч.)**

**1. Основы надежности и диагностики сложных технологических систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Основные понятия и определения, исторические сведения. Основные параметры и критерии надежности технологической системы. Понятие диагностики в сварке, родственных процессах и технологиях. Контролируемые и диагностируемые параметры сложных технологических процессов. Характеристики и параметры надёжности невосстанавливаемых элементов и приборов. Понятие невосстанавливаемых приборов, определение, математическая формулировка. Среднее время работы элемента. Понятие испытания, среднее время наработки на отказ на основе экспериментальных данных. Математическое ожидание отказа. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Типовая зависимость интенсивности отказов от времени. Характеристика этапов типовой зависимости интенсивности отказов. Построение вероятностных экспериментальных значений интенсивности отказов

**2. Типы структурных схем надёжности {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,4,5,6,7]** Топология структурных схем надёжности. Основные свойства и параметры структурных схем. Схемы с последовательным соединением невосстанавливаемых элементов. Параметры надёжности схем с последовательным соединением невосстанавливаемых элементов. Схемы с параллельным соединением невосстанавливаемых элементов. Параметры надёжности схем с параллельным соединением невосстанавливаемых элементов. Комбинированные (смешанные) структурные схемы и их свойства

**3. Приведение структурных схем, эквивалентные элементы. Резервирование {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,4,7]** Приведение последовательных схем. Приведение параллельных схем. Сложные смешанные схемы. Расчёт надёжности типологически сложных схем. Типы резервов. Характеристики свойств надёжности различных типов резервов. Параметры надёжности объектов с мгновенным и не мгновенным восстановлением. Характеристики объекта с мгновенным восстановлением. Характеристики объекта с не мгновенным восстановлением. Интервал времени восстановления. Функция готовности. Стационарный коэффициент готовности. Нестационарный коэффициент готовности

**4. Марковские модели восстанавливаемых систем. Законы распределения времени безотказной работы (ВБР). {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5,6,7]** Пуассоновский поток. Характеристические свойства. Метод предельного перехода. Метод преобразований Лапласа. Основные законы распределения времени безотказной работы. Распределение Релея, нормальное распределение, распределение Вейбула, экспоненциальное распределение, логарифмически-нормальное распределение, нормальное распределение

**5. Оценка эффективности функционирования сложных систем {дискуссия} (2ч.)[1,2,3,6,7]** Классы систем. Коэффициент эффективности функционирования. Система кратковременного действия. Системы с ветвящейся структурой. Оптимальное резервирование. Формулировка проблемы. Математическая формулировка задачи оптимального резервирования при одном ограничивающем факторе. Математическая формулировка задачи оптимального резервирования при нескольких ограничивающих факторах

**6. Системы с сетевой структурой {дискуссия} (2ч.)[1,2,4,5,6]** Мостиковая структура. Минимальный путь графа. Минимальные разрезы. Понятие «лишних» элементов. Методы вычисления функций связности. Граничные оценки для мостиковой структуры. Верхние, нижние границы надёжности. Граничные оценки Эрзари-Прошана. Граничные оценки Литвака-Ушакова

**7. Выбор показателей надёжности. Требования к надёжности системы. Живучесть и отказоустойчивость систем {лекция с заранее запланированными ошибками} (2ч.)[2,3,5,6,7]** Иерархические уровни при задании требований по надёжности. Оперативно-технические системы, подсистемы, элементы. Задание требований на систему, подсистему, элемент. Методы и подходы. Эвристические методы расчёта надёжности. Предельная теорема о суперпозиции потоков. Высокнадёжная последовательная система. Высокнадёжное холодное дублирование и горячее дублирование. Учёт времени переключения при дублировании с холодным резервом. Физический смысл живучести систем, отказоустойчивости систем. Критерии отказоустойчивости, живучести. Структурная избыточность. Уровни избыточности. Виды избыточностей.

**8. Система стандартов "Надёжность в технике" {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4]** ГОСТ Р 27.001-2009 Система управления надёжностью.

ГОСТ 27.002-2015 Термины и определения.

ГОСТ 27.003-2016 Состав и общие правила задания требований по надёжности.

ГОСТ Р 27.004-2009 Модели отказов.

ГОСТ Р 27.601-2011 Управление надёжностью. Техническое обслуживание и его обеспечение.

ГОСТ Р 27.605-2013 Ремонтопригодность оборудования. Диагностическая проверка.

ГОСТ Р 27.606-2013 Управление надёжностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность.

ГОСТ Р 27.607-2013 Управление надёжностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов

### **Лабораторные работы (32ч.)**

**1. Расчет надёжности САУ и интервала ППР. Резервирование. {работа в малых группах} (4ч.)[1,4,5,6,7]** Расчет надёжности систем автоматического управления (САУ) и интервала планового предупредительного ремонта (ППР).

Математическая формулировка задачи оптимального резервирования при нескольких ограничивающих факторах.

**2. Аксиомы и равносильности минимизации. Составление контролирующего теста интуитивно эвристическим методом для контроля технического состояния системы автоматического управления (САУ) {работа в малых группах} (4ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Рассмотрение примеров и подходов к минимизации. Минимизация алгебрологических уравнений. Минимизация приведенных уравнений. Эвристические методы расчёта надёжности с использованием таблиц функций неисправностей (ТФН)

**3. Метод с использованием эквивалентной нормальной функции (ЭНФ). Метод тест–информационно-математического обеспечения (ТИМО). Контролирующий тест для САУ с обратными связями {работа в малых группах} (4ч.)[1,4,6]** Диагностический тест с учетом всех соединений методом ЭНФ. Диагностический тест методом ТИМО. Составление контролирующего теста для САУ с обратными связями

**4. Влияние физико-механических свойств материалов на надежность готовых изделий {работа в малых группах} (6ч.)[2,6,7]** Упругость и пластичность металлов. Напряженное и деформированное состояние. Упругие свойства металлов. Характеристики упругости. Неполная упругость металлов и сплавов. Пластическая деформация металлов и сплавов. Механизмы упрочнения металлов и сплавов.

Хрупкое и вязкое разрушение металлов и сплавов. Усталость металлов и сплавов. Ползучесть металлов и сплавов. Износ металлических материалов. Конструкционная прочность сталей и сплавов

**5. Технологические показатели в машиностроении. Моделирование технологических систем {работа в малых группах} (4ч.)[2,4]** Критерии оценки технологических показателей в машиностроении. Проведение экспериментальных исследований технологических показателей. Методы определения существенных факторов. Основные методы обработки экспериментальных данных. Особенности моделирования технологических систем. Технологическая система в динамике и ее виброустойчивость. Особенности оптимизации процессов изготовления изделий машиностроения с учетом виброустойчивости технологических систем.

**6. Надежность технологических систем {работа в малых группах} (4ч.)[2,4,5]** Исследования показателей надежности технологических систем. Методы испытания оборудования. Проверка станков в статическом состоянии, на холостом ходу и при работе. Программный метод испытаний машиностроительного оборудования. Измерительно-диагностический комплекс и его приборное оснащение

**7. Диагностика в машиностроении {работа в малых группах} (6ч.)[1,2,3,6,7]** Математический подход к разработке систем диагностики. Методы и средства технической диагностики. Автоматизация систем научных исследований (АСНИ). Аппаратура для экспериментальных исследований

## **Самостоятельная работа (168ч.)**

- 1. Подготовка к лекциям {творческое задание} (16ч.)[1,2,3,4,5,6,7]**
- 2. Подготовка к лабораторным работам {тренинг} (64ч.)[1,2,3,4,5,6,7]**
- 3. Выполнение расчетного задания {творческое задание} (52ч.)[1,2,4]**
- 4. Подготовка к экзамену {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (36ч.)[1,2,3,4,5,6,7]**

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Киселев В.С., Щёткин А.И., Ледников Е.А. Диагностика и контроль качества сварных соединений. Ультразвуковой контроль: учебное пособие. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: АлтГТУ, 2018. – 111 с. - URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Kiselev\\_SvarSoed\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Kiselev_SvarSoed_up.pdf)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

2. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167412> (дата обращения: 01.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Соколов, Э. М. Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности : [учебник для вузов, обучающихся по направлению 656500 – "Безопасность жизнедеятельности" и специальности 330500 – "Безопасность технологических процессов и производств"] / Э. М. Соколов, В. М. Панарин, Н. В. Воронцова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 238 с. : ил. - (Для вузов). - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=780](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=780)

### **6.2. Дополнительная литература**

4. Яхьяев Н.Я. Основы теории надежности и диагностика. Учебник для вузов. М.: Академия, 2009. – 250 с. 15 экз.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

5. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина: <http://www.prlib.ru/Pages/Default.aspx>

6. Электронная библиотека образовательных ресурсов Алтайского государственного технического университета им. И.И.Ползунова: <http://elib.altstu.ru/elib/main.htm>

7. Научно-техническая библиотека Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова: <http://astulib.secna.ru/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».