

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»**

**Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2**

И.о. заведующего кафедрой


_____ **О.А. Ерзин**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ)
«Математическое моделирование технологических
машин пищевых производств»**

**основной профессиональной образовательной программы высшего
образования – программы бакалавриата**

**по направлению подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование**

**с направленностью (профилем)
Машины и аппараты пищевых производств**

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150302-02-23

Тула 2023 год

Разработчик:

Прейс В.В., профессор, д-р техн. наук, профессор
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) является - обеспечение комплексной и качественной подготовки квалифицированных, конкурентоспособных специалистов в области создания технологических машин пищевых производств на основе применения современных методов и средств расчета, математического, физического и компьютерного моделирования надежности технологических машин пищевых производств различного технологического назначения на этапах проектирования и эксплуатации.

Задачами освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- подготовка нового поколения выпускников в области математического моделирования надежности современного технологического оборудования пищевых производств;
- изучение основных терминов и определений теории надежности и классификации отказов технологических машин, основных моделей расчета в теории вероятностей, используемых при расчете показателей надежности машин; количественных показателей надежности восстанавливаемых технологических машин различной структуры при различных стратегиях обслуживания и математических моделей надежности резервированных роторных технологических машин;
- владение навыками высокоэффективного использования технологического оборудования;
- готовность к применению современных средств моделирования и обработки полученных данных;
- готовность к работе в конкурентоспособной среде на рынке труда в условиях модернизации технологических процессов производства продуктов питания;
- способность решать профессиональные задачи для достижения финансовой устойчивости и стратегической эффективности деятельности, направленной на создание конкурентоспособной продукции машиностроения на разных этапах ее жизненного цикла.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Учебная дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 5 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) основные термины и определения теории надежности и классификации отказов технологических машин пищевых производств (ОПК-1);
- 2) теоретические основы математического моделирования в теории вероятностей при расчете показателей надежности технологических машин (ПК-2).

Уметь:

1) строить математические модели надежности и отказов нерезервированных и резервированных технологических машин пищевых производств при различных стратегиях обслуживания (ПК-2);

2) определять количественные и качественные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых технологических машин пищевых производств при различных стратегиях обслуживания (ОПК-1).

Владеть:

1) навыками построения и описания структуры технологических машин пищевых производств (ОПК-1),

2) методами математического моделирования надежности и отказов, позволяющими определить наиболее благоприятные стратегии обслуживания и ремонта различных классов технологических машин пищевых производств (ПК-2);

3) навыками работы со стандартными математическими пакетами для построения математических моделей надежности и отказов, а также приемами первичной обработки полученных в результате математического моделирования данных (ПК-2).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
5	Э	5	180	32	32	–	–	2	0,25	113,75
Итого	–	5	180	32	32	–	–	2	0,25	113,75
Заочная форма обучения										
5	ДЗ	5	180	2	4	–	–	-	0,25	173,75
Итого	–	5	180	2	4	–	–	-	0,25	173,75

4.2 Содержание лекционных занятий

Для очной формы обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
5 семестр	

№ п/п	Темы лекционных занятий
1	1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ 1.1. Цели и задачи дисциплины 1.2. Основные направления обеспечения надежности технологических машин
2	2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 2.1. Термины и определения в теории надежности технологических машин 2.2. Классификация отказов и количественные показатели надежности восстанавливаемых технологических машин 2.3. Термины и определения, основные аксиомы, теоремы и формулы теории вероятностей
3	3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ОДНОПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 3.1. Модель надежности неструктурированной технологической машины 3.2. Модель надежности структурированной технологической машины
4	4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ МНОГОПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 4.1. Модель надежности неструктурированной технологической машины с обслуживанием после первого отказа 4.2. Модель надежности неструктурированной технологической машины с обслуживанием после нескольких отказов 4.3. Модель надежности структурированной технологической машины с обслуживанием после нескольких отказов 4.4. Модели надежности систем автоматической загрузки с параметрическими отказами 4.4.1. Оценка вероятности отказа из-за отсутствия предметов обработки в накопителе 4.4.2. Оценка вероятности отказа вследствие превышения расчетного значения времени движения предмета обработки
5	5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВИРОВАННЫХ РОТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 5.1. Модели надежности дублированной роторной технологической машины («холодный» резерв) 5.2. Модели надежности роторной технологической машины с «горячим» резервом

Для заочной формы обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
5 семестр	
1	1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН
2	3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ОДНОПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ МНОГОПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

№ п/п	Темы лекционных занятий
3	5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВИРОВАННЫХ РОТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 5.1. Модели надежности дублированной роторной технологической машины («холодный» резерв) 5.2. Модели надежности роторной технологической машины с «горячим» резервом

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
5 семестр	
1	Анализ отказов и показателей надежности технологических машин: Классификация отказов технологических машин
2	Анализ отказов и показателей надежности технологических машин: Расчет количественных показателей надежности восстанавливаемых технологических машин
3	Анализ отказов и показателей надежности технологических машин: Применение основных моделей теории вероятностей для расчета показателей безотказности машин
4	Моделирование надежности восстанавливаемых технологических машин: Моделирование и оценка надежности однопоточных технологических машин
5	Моделирование надежности восстанавливаемых технологических машин: Моделирование и оценка надежности неструктурированной многопоточной технологической машины с различными стратегиями обслуживания
6	Моделирование надежности восстанавливаемых технологических машин: Моделирование и оценка надежности структурированной многопоточной технологической машины с различными стратегиями обслуживания
7	Моделирование надежности резервированных роторных технологических машин: Моделирование и оценка надежности дублированной роторной машины («холодный» резерв)
8	Моделирование надежности резервированных роторных технологических машин: Моделирование и оценка надежности восьмипозиционной роторной машины с «горячим» резервом

Заочная формы обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
5 семестр	
1	Анализ отказов и показателей надежности технологических машин: Расчет количественных показателей надежности восстанавливаемых технологических машин
2	Моделирование надежности восстанавливаемых технологических машин: Моделирование и оценка надежности однопоточных технологических машин
3	Моделирование надежности восстанавливаемых технологических машин: Моделирование и оценка надежности неструктурированной многопоточной технологической машины с различными стратегиями обслуживания
4	Моделирование надежности резервированных роторных технологических машин: Моделирование и оценка надежности дублированной роторной машины («холодный» резерв)

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
5	Моделирование надежности резервированных роторных технологических машин: Моделирование и оценка надежности восьмипозиционной роторной машины с «горячим» резервом

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
5 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Подготовка к тестированию №1
3	Подготовка к тестированию №2
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
5 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение контрольно-курсовой работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
5 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	7
		Работа на практических занятиях	4
		Самостоятельная работа	9
		Тестирование №1	10
		Итого	30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	7
		Работа на практических занятиях	4
		Самостоятельная работа	6
		Тестирование №2	13
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
5 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:		
	Посещение лекционных занятий		10
	Работа на практических (семинарских) занятиях		20
	Выполнение контрольно-курсовой работы		30
	Итого		60
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения лекций требуется учебная аудитория, оснащенная доской для написания мелом, а также ноутбуком, видеопроектором, настенным экраном, колонками.

Для проведения практических занятий требуется компьютерный класс.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Острейковский, В. А. Теория надежности [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. А. Острейковский. М.: Абрис, 2012. 464 с. : ил. Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200605.html> , по паролю.
2. Зайчик, Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий: учебник для вузов / Ц.Р.Зайчик. 3-е изд., перераб. и доп. М. : ДеЛи, 2004. 476с. : ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов вузов). Библиогр. в конце кн. ISBN 5-94343-063-6.
3. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник/А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. М.: Абрис, 2012. 565 с.: ил. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200735.html> , по паролю

7.2 Дополнительная литература

1. Прейс В.В. Проектирование машин и аппаратов пищевых и перерабатывающих производств : учеб. пособие / В.В. Прейс; ТулГУ. Тула : Изд-во ТулГУ, 2005. 156 с.: ил. (К 75-летию юбилею ТулГУ). Библиогр. в конце кн. ISBN 5-7679-0727-7.
2. Автоматические грузочно-ориентирующие устройства: учеб. пособие / ТулГУ ; под ред. В. В. Прейса. Тула: Изд-во ТулГУ, 2006.-Ч. 1: Механические бункерные грузочные устройства / В. В. Прейс, Н. А. Усенко, Е. В. Давыдова. 2006. 126 с. : ил. в дар от НИЧ ТулГУ : 1299697. Библиогр. в конце кн. ISBN 5-7679-0869-9.
3. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие. Электрон. дан. М. : Машиностроение, 2007. 384 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=726 Загл. с экрана
4. Васильев А.И. Надежность технических средств автоматизации предприятий Агропрома [электронный ресурс]: Текст лекций, — Электрон. текстовые данные. СПбНИИ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информ), 2008, 45 с . http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=43761. ЭБС e.lanbook (Издательство «Лань»), по паролю.
5. Пищевая промышленность [электронный ресурс]: иллюстративно-информационный журнал для руководителей и специалистов различных уровней управления.— Москва: Пищевая промышленность, 2014.— ISSN 0235-2486.- Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7945 - eLibrary.ru, по паролю.
6. Пантюхина Е.В. Методические указания по практическим (семинарским) занятиям по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование технологических машин пищевых производств». 2019.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная Электронная Библиотека [eLibrary](http://elibrary.ru/) - библиотека электронной периодики.- Режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
2. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
3. ЭБС Издательства «Лань» [e.lanbook](http://e.lanbook.com/).- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, по паролю.- Загл. с экрана.

4. ЭБС Издательского дома «Троицкий мост»: Пищевые технологии. Таможенное дело. Гостиничное дело. - Режим доступа : http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books, по паролю. - Загл. с экрана.

5. ЭБС «КнигаФонд» (ООО «Центр цифровой дистрибуции») [knigafund](http://www.knigafund.ru/). - Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/>. - Загл. с экрана.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. САПР КОМПАС-3D.
5. Математический программный пакет MathCAD.
6. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.