

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
 Проректор  
 по образовательной деятельности

\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов

« 22 » апреля 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы надежности технологических систем»**

**Направление подготовки** 28.03.02 «Наноинженерия»

**Профиль/программа подготовки:**

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	6, 216	18	36	-	126	экзамен (36 часов)
Итого	6, 216	18	36	-	126	экзамен (36 часов)

Владимир, 2016

*mpf*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы надежности технологических систем» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	Формулировка цели
Ц2	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности</i> , включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий

**Целями** освоения дисциплины «Основы надежности технологических систем» являются: формирование у студентов базовых знаний о надежности технологических систем, освоение общего методологического подхода к решению вопросов надежности изделий машиностроения, машин, оборудования, систем и элементов, входящих в них, выбору основных направлений по повышению показателей надежности на стадии проектирования оборудования и его эксплуатации.

**Задачи** изучения дисциплины:

- ознакомление студентов с основными показателями надежности технологических систем;
- получение навыков решения теоретических задач по определению основных показателей надежности технологических систем;
- получение навыков по выбору основных направлений повышения показателей надежности технологических систем на стадии их проектирования и эксплуатации.

**Виды** учебной работы: лекционные и практические занятия. Изучение дисциплины заканчивается экзамен в 3-м семестре.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы надежности технологических систем» относится к дисциплинам по выбору.

Данная дисциплина по своему содержанию и логическому построению в учебном процессе подготовки бакалавра связана непосредственно с такими дисциплинами как «Математика», «Теоретическая механика», «Технологические системы в нанотехнологии», «Технология машиностроения» и др.

Студенты должны знать основы организации машиностроительного производства, владеть знаниями в области моделирования объектов машиностроения, иметь навыки анализа научной информации, применять элементы высшей математики и математической статистики для описания технологических систем разных отраслей машиностроения.

Изучение данной дисциплины необходимо для выполнения курсовых работ и проектов с использованием современных инструментальных средств, научно-исследовательских работ, и написания выпускной работы.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

**Р2, Р5** (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

– готовностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические) (ПК-б):

**знать:**

– разделы теории вероятностей и математической статистики, используемые при оценке надежности систем;

– методы математического и статистического определения показателей надежности;

– основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем;

– показатели и причины снижения надежности оборудования, мероприятия повышения надежности;

**уметь:**

– определять количественные характеристики надежности резервируемых и нерезервируемых восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем;

– рассчитывать основные количественные показатели надежности технологических систем и их элементов;

– применять современные информационные технологии (пакеты прикладных программ) в задачах оценки надежности;

– проводить анализ показателей надежности в зависимости от условий эксплуатации;

– оценивать эффективность мероприятий направленных на повышение надежности на стадии проектирования и эксплуатации;

**владеть:**

– навыками расчета количественных показателей надежности технологических систем и их элементов;

– навыками прогнозирования отказов технологических систем и их элементов;

– навыками расчета показателей надежности статистическими методами.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Контрольная работа		
1	Раздел 1 Предмет науки о надежности. Определения, понятия и показатели надёжности технологических систем и их компонентов. Физические причины повреждений и отказов.	3	1-6	6	12	-	42		12/67%	Рейтинг-контроль 1
2	Раздел 2 Математическая модель надежности объекта. Надежность работы объектов до первого отказа. Математические модели безотказности. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.	3	7-12	6	12	-	42		12/67%	Рейтинг-контроль 2
3	Раздел 3 Испытания на надежность.	3	13-18	6	12	-	42		12/67%	Рейтинг-контроль 3
	Итого			18	36	-	126		36/67%	Экзамен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На практических занятиях используются активные формы обучения, включающие компьютерные симуляции, деловые игры, разбор конкретных ситуаций, проблемное изложение материала, постановку и разрешение проблем при активном участии студентов, работа над проектами в команде, а также такие формы активизации студентов как защита рефератов, выполнение индивидуальных заданий, участие в НИРовских работах, выполняемых на кафедре.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ; УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Вопросы для проведения рейтинг-контроля №1

1. Перечислите основные законы распределения отказов при расчётах надёжности.
2. Дайте определение понятий «работоспособность системы», «отказ системы».
3. Приведите классификацию отказов.
4. Дайте определение надёжности системы, установленное стандартами.
5. В чём заключается комплексность понятия “надёжность”?
6. Назовите основные показатели безотказности, укажите связи между ними.
7. Назовите основные показатели ремонтпригодности, укажите связи между ними.
8. Назовите комплексные показатели безотказности и ремонтпригодности, приведите их статистические оценки.
9. Определите области применимости законов распределения случайных величин, используемых в теории надёжности.
10. Укажите, в каких случаях необходимо пользоваться усечённым нормальным распределением?
11. Назовите основные свойства стационарного пуассоновского потока отказов. Укажите условия возникновения таких потоков.
12. Перечислите основные источники изменения выходных параметров объектов.
13. Перечислите основные причины изменения выходных параметров объектов.
14. Перечислите показатели сохраняемости.

### Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 2

1. Назовите основные виды расчётов надёжности.
2. Что называется структурной схемой надёжности?
3. Как учитываются при расчётах надёжности реальные условия эксплуатации элементов, объектов и систем, назовите основные методы расчёта надёжности систем с учётом условий их эксплуатации?
4. Как определяются коэффициенты нагрузки для различных типов элементов при различных видах нагрузки?
5. Назовите основные методы расчётов надёжности при постепенных отказах.
6. В каких случаях при расчётах надёжности используется усечённое нормальное распределение?
7. В чём состоит особенность расчёта надёжности технологических систем? Назовите основные критерии надёжности технологических систем.
8. Какой критерий используется при расчётах надёжности подшипников?
9. Назовите основные способы обеспечения заданного уровня надёжности систем и объектов.
10. Назовите основные виды резервирования систем и объектов.
11. Назовите основные виды структурного резервирования невосстанавливаемых объектов.
12. В чём различие между активным и пассивным резервированием?

13. В чём особенность резервирования восстанавливаемых систем?
14. В чём особенность резервирования элементов с различным характером отказов?
15. Назовите основные источники временной избыточности в системах.

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 3**

1. Что понимается под понятием технологическая система?
2. Какое количество групп свойств характерно для систем как объектов исследования?
3. Перечислите типичные критерии отказа (нарушения работоспособности) технологических систем.
4. Какие состояния характерны для технологической системы?
5. В каких состояниях одновременно может находиться технологическая система?
6. Какие виды структур могут иметь системы с точки зрения надежности?
7. Какая модель надежности наиболее характерна для технологических систем?
8. Какой принцип используется в системах с параллельной структурой?
9. Перечислите виды структурного резервирования.
10. Дайте определение понятию «испытание».
11. Классификация испытаний на надежность.
12. По каким признакам классифицируют определительные испытания?
13. По каким признакам классифицируют контрольные испытания?
14. Дайте классификацию испытаний по методу контроля.
15. На какие группы разделяются планы контроля по виду контролируемого показателя надежности?

### **Вопросы к экзамену**

1. Перечислите основные законы распределения отказов при расчётах надёжности.
2. Дайте определение понятий «работоспособность системы», «отказ системы».
3. Приведите классификацию отказов.
4. Дайте определение надёжности системы, установленное стандартами.
5. В чём заключается комплексность понятия “надёжность”?
6. Назовите основные показатели безотказности, укажите связи между ними.
7. Назовите основные показатели ремонтпригодности, укажите связи между ними.
8. Назовите комплексные показатели безотказности и ремонтпригодности, приведите их статистические оценки.
9. Определите области применимости законов распределения случайных величин, используемых в теории надёжности.
10. Укажите, в каких случаях необходимо пользоваться усечённым нормальным распределением?
11. Назовите основные свойства стационарного пуассоновского потока отказов. Укажите условия возникновения таких потоков.
12. Перечислите основные источники изменения выходных параметров объектов.
13. Перечислите основные причины изменения выходных параметров объектов.
14. Перечислите показатели сохраняемости.
15. Назовите основные виды расчётов надёжности.
16. Что называется структурной схемой надёжности?
17. Как учитываются при расчётах надёжности реальные условия эксплуатации элементов, объектов и систем, назовите основные методы расчёта надёжности систем с учётом условий их эксплуатации?
18. Как определяются коэффициенты нагрузки для различных типов элементов при различных видах нагрузки?
19. Назовите основные методы расчётов надёжности при постепенных отказах.
20. В каких случаях при расчётах надёжности используется усечённое нормальное распределение?

21. В чём состоит особенность расчёта надёжности технологических систем? Назовите основные критерии надёжности технологических систем.
22. Какой критерий используется при расчётах надёжности подшипников?
23. Назовите основные способы обеспечения заданного уровня надёжности систем и объектов.
24. Назовите основные виды резервирования систем и объектов.
25. Назовите основные виды структурного резервирования невосстанавливаемых объектов.
26. В чём различие между активным и пассивным резервированием?
27. В чём особенность резервирования восстанавливаемых систем?
28. В чём особенность резервирования элементов с различным характером отказов?
29. Назовите основные источники временной избыточности в системах.
30. Что понимается под понятием технологическая система?
31. Какое количество групп свойств характерно для систем как объектов исследования?
32. Перечислите типичные критерии отказа (нарушения работоспособности) технологических систем.
33. Какие состояния характерны для технологической системы?
34. В каких состояниях одновременно может находиться технологическая система?
35. Какие виды структур могут иметь системы с точки зрения надёжности?
36. Какая модель надёжности наиболее характерна для технологических систем?
37. Какой принцип используется в системах с параллельной структурой?
38. Перечислите виды структурного резервирования.
39. Дайте определение понятию «испытание».
40. Классификация испытаний на надёжность.
41. По каким признакам классифицируют определительные испытания?
42. По каким признакам классифицируют контрольные испытания?
43. Дайте классификацию испытаний по методу контроля.
44. На какие группы разделяются планы контроля по виду контролируемого показателя надёжности?

#### **Темы для самостоятельного изучения и оформления**

1. Основные исходные понятия и определения, предмет науки о надёжности.
2. Отказы объектов, их классификация.
3. Определение надёжности технологических систем.
4. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов.
5. Комплексные показатели надёжности.
6. Показатели сохраняемости.
7. Расчёт надёжности, основанный на использовании параллельно-последовательных структур.
8. Коэффициенты нагрузки, их определение.
9. Метод поправочных коэффициентов на условия при расчёте надёжности.
10. Расчёт надёжности технологических систем по основным критериям.
11. Расчёт надёжности систем при пассивном резервировании.
12. Активный нагруженный резерв.
13. Анализ надёжности резервированных систем с учётом различного характера отказов устройств.
14. Оценка показателей надёжности восстанавливаемых систем со структурным резервированием.
15. Контрольные испытания.
16. Ускоренные испытания.
17. Последовательность статистической обработки результатов стойкостных испытаний и расчет показателей надёжности режущего инструмента как части технологической системы.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Основы математической статистики: Учебник / Г.А. Соколов. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006729-2, 200 экз. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=405699> — Загл. с экрана.

2. Надежность механических систем: Учебник / В.А. Зорин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 380 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010252-8, 300 экз.— Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=478990> — Загл. с экрана.

3. Теория надежности. Статистические модели: Учебное пособие/А.В.Антонов, М.С.Никулин, А.М.Никулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 528 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010264-1, 500 экз. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=479401> — Загл. с экрана.

4. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие/РыковВ.В., ИткинВ.Ю. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010958-9— Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=507273> — Загл. с экрана.

### б) Дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность: учебное пособие - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 260 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат (МАТИ-МАИ)) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011108-7— Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=513552> — Загл. с экрана.

2. Мхитарян, В.С. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. С. Мхитарян, Е. В. Астафьева, Ю. Н. Миронкина, Л. И. Трошин; под ред. В. С. Мхитаряна. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0106-0. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=451329> — Загл. с экрана.

3. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика: Учеб. / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин и др.; Под ред. проф. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Технолог. сервис). (п) ISBN 978-5-98281-298-8. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=307370> — Загл. с экрана.

4. Основы теории надежности информационных систем: Учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 256 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0563-0, 500 экз.— Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=419574> — Загл. с экрана.

### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

В распоряжение студентов предоставлены лицензионные программные среды *MathCAD*, *MS EXCEL*, *LabVIEW* для использования на лабораторных занятиях, электронный УМК, размещенный на сервере ЦДО ВлГУ.

#### *Internet*–ресурсы:

- Образовательный математический сайт Exponenta.ru: <http://www.exponenta.ru/>
- Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>
- Образовательный сайт «Теория надежности»: <http://reliability-theory.ru/>
- Электронная библиотека «twirpx.com»: <http://www.twirpx.com/files/machinery/reliability/>
- Образовательный сайт «SpringerLink - electronic journals, protocols and books»: <http://www.springerlink.com/>



**г) периодические издания:**

- Журнал "Проблемы машиностроения и надежности машин";
- Научно-технический журнал «Надежность»;
- Научно-технический журнал «Надежность и качество сложных систем».

**Учебно-методические издания**

- 1.Беляев Л.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы надежности технологических систем» для студентов направления 28.03.02[Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2.Беляев Л.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы надежности технологических систем» для студентов направления 28.03.02[Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 3.Беляев Л.В. Оценочные средства по дисциплине «Основы надежности технологических систем» для студентов направления 28.03.02[Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

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

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические занятия, проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием, сопровождаются показом презентаций; лабораторные занятия - в ауд. 234-2, 235-2 ВлГУ – компьютерные классы МТФ на 15 рабочих мест каждый. Классы ПЭВМ укомплектованы компьютерами на базе процессоров *Intel Pentium core dual, 2gb*.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_

Беляев А.В.  
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
ЗАО «Рост-Плюс», генеральный директор

Заморников А.А.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 9/1 от 21.04.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 9/1 от 21.04.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

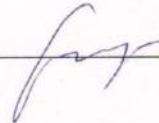
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

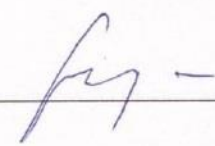
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2019 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

