

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Расчет ресурсных характеристик конструктивных элементов с
использованием программного продукта ЛОГОС

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 Расчет ресурсных характеристик конструктивных элементов с использованием программного продукта ЛОГОС относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-15: Способен самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректные методы её решения, применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения, реализовывать в них новые алгоритмы	<p>ПК-15.1: Демонстрирует знание теоретических основ и методологию построения решений фундаментальных задач механики, основы информационных технологий, в том числе суперкомпьютерных технологий</p> <p>ПК-15.2: Демонстрирует умение самостоятельно осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ПК-15.3: Имеет опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения</p>	<p>ПК-15.1: Знать: теоретические основы и методы построения решений основных задач механики и основ информационных технологий, включая суперкомпьютерные технологии.</p> <p>ПК-15.2: Уметь самостоятельно анализировать и выбирать методы и алгоритмы решения профессиональных задач.</p> <p>ПК-15.3: Владеть методами решения задач механики для инженерных целей с использованием современных программ суперкомпьютерного моделирования в соответствии с выбранными методами и построенными алгоритмами.</p>	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-16: Имеет опыт самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов	ПК-16.1: Демонстрирует знание особенностей поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий её обработки и анализа, а также способов представления	ПК-16.1: Знать: особенности поиска научно-технической информации из различных источников, методов и приемов ее обработки и анализа, а также методов представления.	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

суперкомпьютерного моделирования инженерных задач	<p>ПК-16.2: Демонстрирует умение самостоятельно организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии её обработки, анализа и представления, исходя из поставленной задачи на основе программных комплексов суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения</p> <p>ПК-16.3: Имеет опыт поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач, а также опыт публичного представления научных результатов</p>	<p>ПК-16.2: Уметь самостоятельно организовывать поиск информации из различных источников, обрабатывать, анализировать и выбирать методы и приемы представления, исходя из поставленных задач, на базе про-грамм суперкомпьютерного моделирования для технических целей.</p> <p>ПК-16.3: Иметь практический опыт поиска, подбора и анализа научно-технической информации из различных источников для решения поставленных задач и представления полученных результатов.</p>		
---	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося,

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	часы
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение	12	2	4	6	6
Терминология	11	4	4	8	3
Общая теория надежности	14	4	4	8	6
Надежность работы изделия до первого отказа	14	4	4	8	6
Надежность изделия при внезапных отказах	14	4	4	8	6
Надежность изделия при постепенных отказах	14	4	4	8	6
Надежность работы систем до первого отказа	16	6	4	10	6
Оптимизационные задачи	11	4	4	8	3
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение. Историческая справка. Цели и задачи теории надежности. Основные составляющие. Системная и параметрическая теория надежности. Прогнозирование ресурса. Вероятностный характер параметров конструкций, внешних воздействий и прочих факторов. Экономические аспекты надежности.
2. Терминология.
Государственный стандарт. Понятие надежности, безотказности, долговечности. Работоспособное, предельное состояния. Отказ, виды отказов. Нарботка, ресурс, другие временные характеристики. Интенсивность отказов. Вероятность безотказной работы.
3. Общая теория надежности. Понятие пространств качества, нагрузки, состояния. Математическая формулировка задачи надежности. Процесс накопления необратимых повреждений, ведущих к отказу. Уравнение накопления повреждений.
- 4 Надежность работы изделия до первого отказа.
Показатели безотказности, долговечности. Зависимости между показателями безотказности. Статистические оценки показателей по результатам испытаний. Экспоненциальный закон надежности, другие используемые законы.
5. Надежность изделия при внезапных отказах.
Модель оценки вероятности безотказной работы при однократном воздействии (модель «нагрузка-прочность»). Прогнозирование вероятности безотказной работы в случае, когда внешнее воздействие задается потоком независимых дискретных воздействий. Применение теории выбросов случайных процессов для оценки вероятности безотказной работы.
6. Надежность изделия при постепенных отказах.
Нахождение вероятности безотказной работы изделия в случае линейного закона накопления повреждений. Прогнозирование времени достижения предельного состояния изделия при использовании различных видов уравнения накопления повреждений.
7. Надежность работы систем до первого отказа.
Расчет надежности системы по показателям надежности ее элементов. Последовательное соединение элементов. Модель гибели. Резервирование. Метод Байеса.

8. Оптимизационные задачи.

Постановки оптимизационных задач с учетом требований по ресурсу, вероятности безотказной работы.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Белинская И. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для самостоятельной работы для обучающихся по направлению подготовки 20.30.01 техносферная безопасность (заочная форма обучения) / Белинская И. В., Сковородин В. Я. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2017. - 46 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СПбГАУ - Инженерно-технические науки.

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=779078&idb=0>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-15:

Проведено испытание 1000 однотипных изделий. Число отказавших изделий фиксировалось через каждые 1000 час. работы приведено в таблице. Определить: вероятность безотказной работы, частоту и интенсивность отказов, среднюю наработку до первого отказа. Построить графики характеристик.

Временной интервал (час).	Число отказавших изделий	Временной интервал (час.)	Число отказавших изделий	Временной интервал (час.)	Число отказавших изделий
0-1000	20	9000-10000	30	18000-19000	50
1000-2000	25	10000-11000	40	19000-20000	35
2000-3000	35	11000-12000	40	20000-21000	35
3000-4000	50	12000-13000	50	21000-22000	50
4000-5000	30	13000-14000	40	22000-23000	35
5000-6000	50	14000-15000	50	23000-24000	25
6000-7000	40	15000-16000	40	24000-25000	30
7000-8000	40	16000-17000	50	25000-26000	20
8000-9000	50	17000-18000	40	-	-

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-16:

Задание 1. Система состоит из N групп элементов. Отказы элементов первой группы подчинены экспоненциальному закону с интенсивностью отказов λ , отказы элементов второй группы – нормальному закону с параметрами T, s, отказы элементов третьей группы – закону Вейбулла с параметрами m, α . Требуется определить ВБР системы в течение времени t.

N	$\lambda \cdot 10^{-4}$ час ⁻¹	T_{\downarrow} час	σ_1 час	$\mu \cdot 10^{-5}$ час ⁻¹	α	t час
3	0,6	4000	4000	0,16	1,4	2400

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				недочетами		ы все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-15

Системная и параметрическая теория надежности.

Проблема прогноза ресурса.

Определение понятия изделие.

Определение понятия надежность.
Работоспособное состояние.
Предельное состояние.
Отказ, критерии отказа.
Живучесть.
Интенсивность отказов.
Математическая формулировка задачи надежности
Уравнение накопления повреждений
Определение вероятности безотказной работы.
Экспоненциальный закон надежности.
Виды испытаний для статистической оценки показателей
Внезапный отказ.
Модель «нагрузка-прочность».
Постепенный отказ.
Экспоненциальная модель
Модель, в которой внешнее воздействие задается потоком независимых дискретных воздействий.
Модель вероятности безотказной работы изделия в случае линейного закона накопления повреждений.
Асимптотические модели.
Оценка вероятности безотказной работы системы при последовательном соединении.
Оценка вероятности безотказной работы системы при параллельном соединении.
Оценка вероятности безотказной работы системы при ненагруженном резерве.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-16

Использование метода Байеса для оценки вероятности безотказной работы системы при параллельном соединении

Использование метода Байеса для оценки вероятности безотказной работы системы при последовательном соединении.
Формулировки оптимизационных задач с учетом требований по ресурсу, вероятности безотказной работы.
Системная и параметрическая теория надежности.
Проблема прогноза ресурса.
Определение понятия изделие.
Определение понятия надежность.
Работоспособное состояние.
Предельное состояние.
Отказ, критерии отказа.
Живучесть.
Интенсивность отказов.
Математическая формулировка задачи надежности
Уравнение накопления повреждений
Определение вероятности безотказной работы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы.
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и

Оценка	Критерии оценивания
	решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Любимов Александр Константинович. Введение в теорию надёжности: проектно-ориентированный подход : учебно-методическое пособие / А. К. Любимов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2014. - 176 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850588&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Александровская Лидия Николаевна. Безопасность и надежность технических систем : Учебное пособие / Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации. - Москва : Издательская группа "Логос", 2020. - 376 с. - ВО - Бакалавриат., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=740213&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.lib.unn.ru/> , Университетская библиотека ONLINE
2. <http://www.biblioclub.ru>
3. Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/>
4. Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld , <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>)
5. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
6. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
7. Пакет программ ЛОГОС

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: 1. Специальное образовательное пространство «Учебно-лабораторный интерактивный комплекс "Суперкомпьютерное моделирование, проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники", для проведения лабораторных и практических занятий, предусмотренных программой,

оснащенное
• высокопроизводительной вычислительной системой: программно-аппаратным комплексом «Логос» (коммерческая лицензия);

- учебный класс с 15 персональными компьютерами с установленным специализированным прикладным программным обеспечением: программный комплекс инженерного назначения Логос (академическая лицензия);
- сетевым оборудованием для доступа к высокопроизводительному ПАК «Логос»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

2. Специальное образовательное пространство «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств и двух учебных классов, для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы, предусмотренных программой, оснащенное

- 2 учебных класса по 9 персональных компьютеров с установленным специализированным прикладным программным обеспечением (академические лицензии): ПО Логос Аэро-Гидро, ПО Логос-Прочность, ПО Логос-Препост, ПО Логос-Платформа;
- сетевым оборудованием для обеспечения инженерных расчетов с рабочих мест на удаленных высокопроизводительных ресурсах, каналом доступа к высокопроизводительным вычислительным системам: вычислительный центр РФЯЦ-ВНИИЭФ, суперкомпьютер «Лобачевский»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Любимов Александр Константинович, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Игумнов Леонид Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.