

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

Моделирование высокоскоростного удара с грунтом в среде
моделирования 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.03.01 Моделирование высокоскоростного удара с грунтом в среде моделирования 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 математические модели динамического деформирования и разрушения материалов и методы экспериментального исследования процессов высокоскоростного деформирования и разрушения.</p> <p>ПК-15.2: Уметь самостоятельно анализировать и выбирать методы и алгоритмы решения задач моделирования высокоскоростного удара с грунтом.</p> <p>ПК-15.3: Владеть методами решения задач моделирования высокоскоростного удара с грунтом для инженерных целей с использованием современных программ суперкомпьютерного моделирования в соответствии с выбранными методами и построенными алгоритмами.</p>	Опрос Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-16: Имеет опыт	ПК-16.1: Демонстрирует знание особенностей поиска	ПК-16.1: Знать законы ударного	Задачи Опрос	Зачёт:

самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов суперкомпьютерного моделирования инженерных задач	научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий её обработки и анализа, а также способов представления 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 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	взаимодействия объектов. ПК-16.2: Уметь применять численные методы и схемы моделирования быстропротекающих процессов. ПК-16.3: Иметь опыт моделирования процессов ударного взаимодействия объектов с использованием различных методов и подходов.		Контрольные вопросы
--	--	---	--	---------------------

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	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	95
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф
Методы экспериментального исследования процессов высокоскоростного деформирования и разрушения	12	2	2	4	8
Математические модели динамического деформирования и разрушения материалов	12	2	2	4	8
Использование экспериментальных данных для идентификации математических моделей	21	2	4	6	15
Численные методы и схемы моделирования быстропротекающих процессов	22	2	4	6	16
Моделирование процессов ударного взаимодействия объектов с использованием различных методов и подходов	22	2	4	6	16
Моделирование взрывных процессов	22	2	4	6	16
Пользовательское программирование в ПП ЛОГОС	32	4	12	16	16
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	144	16	32	49	95

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Методы экспериментального исследования процессов высокоскоростного деформирования и разрушения
2. Математические модели динамического деформирования и разрушения материалов
3. Использование экспериментальных данных для идентификации математических моделей
4. Численные методы и схемы моделирования быстропротекающих процессов
5. Моделирование процессов ударного взаимодействия объектов с использованием различных методов и подходов
6. Моделирование взрывных процессов
7. Пользовательское программирование в ПП ЛОГОС

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.

Экспериментально-теоретическое изучение процессов деформирования и разрушения конструкционных материалов : учебно-методическое пособие / В. А. Горохов, В. В. Егунов, Л. А. Игумнов [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012.

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 - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-15:

Методы экспериментального исследования процессов высокоскоростного деформирования и разрушения
Математические модели динамического деформирования и разрушения материалов
Использование экспериментальных данных для идентификации математических моделей

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

Численные методы и схемы моделирования быстропротекающих процессов
Моделирование процессов ударного взаимодействия объектов с использованием различных методов и подходов
Пользовательское программирование в ПП ЛОГОС

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-15:

Моделирование ударного взаимодействия стального шарика и медного цилиндра (скорость соударения 650 м/с) с использованием метода Лагранжа, Эйлера, ALE, SPH
Моделирование пробития стакана, наполненного водой, стальным шариком с использованием метода Лагранжа, Эйлера, SPH
Моделирование взрывного метания осколка

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-16:

Оснащение динамической модели упруго-пластического поведения меди на основе экспериментальных данных
Программирование пользовательской зависимости радиуса поверхности текучести от пластической деформации и деформации

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

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	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,	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				с недочетами		выполнены 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

Методы экспериментального исследования процессов высокоскоростного деформирования и разрушения:

- Особенности поведения материалов при высоких скоростях деформирования
- Методы и средства экспериментального изучения быстротекущих процессов

- Математическая формулировка и использование метода Кольского

Математические модели динамического деформирования и разрушения материалов:

- Адиабатичность процесса высокоскоростного деформирования
- Влияние условий нагружения (скорость деформации, температура) на диаграмму деформирования материала
- Эмпирические определяющие соотношения

Использование экспериментальных данных для идентификации математических моделей:

- Экспериментальное определение диаграмм деформирования для различных условий нагружения
- Формулировка и решения оптимизационной задачи для определения параметров эмпирических определяющих соотношений

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

Численные методы и схемы моделирования быстропротекающих процессов:

- Пространственная дискретизация уравнений механики сплошной среды: метод конечных разностей и метод конечного элемента
- Явные и неявные схемы интегрирования уравнений по времени

Моделирование процессов ударного взаимодействия объектов с использованием различных методов и подходов:

- подход Лагранжа
- схема Эйлера
- метод ALE
- метод SPH

Моделирование взрывных процессов:

- Методы и подходы оценки действия взрыва на конструкции и их элементы
- Математическая модель взрывчатого вещества
- Моделирования процесса детонации в взрывчатом веществе и формирования ударной воздушной волны

Пользовательское программирование в ПП ЛОГОС:

- Создание пользовательского проекта ПП ЛОГОС и работа с ним (модификация, отладка, сборка)
- Подпрограммы ПП ЛОГОС Прочность доступные для пользователя
- Программирование собственных определяющих соотношений и критериев разрушения в ПП ЛОГОС

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Экспериментально-теоретическое изучение процессов деформирования и разрушения конструкционных материалов : учебно-методическое пособие / В. А. Горохов, В. В. Егунов, Л. А. Игумнов [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 54 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851316&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Эпштейн Григорий Наумович. Высокоскоростная деформация и структура металлов . - М. : Металлургия, 1971. - 197 с. : ил. - 1.32., 3 экз.
2. Житников Ю. З. Динамика движения элементов механизмов при упругом и упругопластическом ударах о неподвижные и подвижные тела : монография / Житников Ю. З. - Ковров : КГТА имени В. А. Дегтярева, 2014. - 80 с. - Книга из коллекции КГТА имени В. А. Дегтярева - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=797399&idb=0>.

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

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. 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): Константинов Александр Юрьевич, доктор физико-математических наук.

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

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