

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

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины
Нелинейные модели деформируемых твердых тел

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.05.01 Фундаментальная математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.24.05, «Нелинейные модели деформируемых твердых тел» относится к обязательной части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

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**	
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук. ОПК-1.2. Умеет формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук. ОПК-1.3. Имеет практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики.	Знает основные закономерности, положения, терминологию и методологию в области нелинейных моделей деформируемых твёрдых тел Умеет формулировать, анализировать и решать задачи нелинейных моделей деформируемых твёрдых тел. Владеет опытом решения задач физико-механических воздействий на нелинейные модели деформируемых твёрдых тел	Собеседование, расчетно-графические работы
	ОПК-2 Способен создавать, анализировать и реализовывать новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК-2.1. Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования ОПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной и научной деятельности на	Собеседование, расчетно-графические работы

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**	
	основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.	в области нелинейных моделей деформируемых твёрдых тел	
	ОПК 2.3. Имеет практический опыт разработки новых методов математического моделирования для решения задач профессиональной и научной деятельности	Владеет опытом разработки новых методов математического моделирования для решения задач профессиональной и научной деятельности в области нелинейных моделей деформируемых твёрдых тел	
ОПК-4 Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики	ОПК-4.1. Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в средней школе, специальных и высших учебных заведениях.	Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в средней школе, специальных и высших учебных заведениях.	Собеседование,
	ОПК-4.2. Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности	Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности.	
	ОПК-4.3. Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, а также представления известных научных знаний и результатов собственных научных исследований	Владеет навыками планирования и подготовки учебных занятий, а также представления известных научных знаний и результатов собственных научных исследований	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16

- занятия семинарского типа	16
- КСР	1
самостоятельная работа	111
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение. Эффекты необратимого поведения конструкционных материалов при различных режимах термосиловых нагружений	18	2	2			12
Описание процессов нелинейного деформирования и деградации свойств конструкционных материалов в рамках соотношений механики поврежденной среды	18	2	2			14
Основные положения, используемые при построении моделей пластического течения. Модели теории пластического течения.	18	2	2			14
Проверка адекватности применения моделей термопластичности с комбинированным упрочнением	18	2	2			12
Модели, описывающие процессы ползучести и релаксации напряжений в конструкционных материалах при квазистатических термосиловых нагружениях	18	2	2			12
Моделирование процессов необратимого деформирования и разрушения материалов в рамках соотношений механики поврежденной среды	18	2	2			12
Особенности моделирования процессов деформирования и разрушения материалов при малоцикловых термосиловых нагружениях	24	2	2			16
Моделирование процессов многоцикловой усталости конструкционных материалов	24	2	2			18
Текущий контроль – 1 часа						
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	144	16	16			111

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП разработки новых методов математического моделирования в области нелинейных моделей, деформируемых твёрдых тел.
- компетенций – ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа должна состоять в практическом применении полученных знаний путем:

- получения материальных функций моделей деформирования и разрушения материалов;
- реализации моделей деформирования и разрушения материалов;
- проведения численных исследований.

Для успешного выполнения самостоятельной работы в наличии имеются компьютерный класс с установленными на компьютеры стандартными офисными пакетами, средствами разработки программ.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме расчетно-графической работы и промежуточной аттестации в форме вопросов и задач к зачету.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
			но не в полном объеме.	
	хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
	очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
	отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
	превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
чтен	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

Оценка		Уровень подготовки
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
Основные закономерности упругопластического деформирования материалов	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Деформирование материалов в условиях одноосного сжатия	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Эффект Баушингера	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Влияние на диаграмму упругопластического деформирования материала условий испытания	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Условие текучести Мизеса	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Поверхность текучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Изотропное упрочнение	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Кинематическое упрочнение	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Комбинированное упрочнение	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Теория пластического течения	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Деформационная теория пластичности	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Ползучесть материалов	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Кривая ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Кривая релаксации напряжений	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Предел ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Одномерные определяющие уравнения ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Теория старения	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Теория течения	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Теория упрочнения	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Теория структурных параметров	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Линейная теория наследственности	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Нелинейные теории наследственности	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Экспериментальная проверка теорий ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Накопления повреждений в материалах	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Основные виды феноменологических моделей накопления повреждений	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель поврежденного материала	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Параметры, характеризующие поврежденность материала	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Кинетические уравнения накопления повреждений	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Вариант модели пластического деформирования конструкционных материалов	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Альтернативный вариант модели пластического деформирования	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель накопления пластических повреждений	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Определение параметров упругости и материальных функций модели пластичности	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Вычисление материальных функций модели накопления пластических повреждений	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель накопления повреждений при ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Получение материальных функций модели ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Вычисление материальных функций модели накопления повреждений при ползучести	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Закономерности пластического деформирования материалов при малоцикловом нагружении	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Кривая малоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4

Вопросы	Код формируемой компетенции
Многоцикловая усталость материалов	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Параметры, характеризующие цикл нагружения	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Предел выносливости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Кривая многоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Уравнения кривых многоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Основные типы моделей многоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель малоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель многоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Получение материальных функций модели малоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Получение материальных функций модели многоциклового усталости	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Особенности деформирования конструкционных материалов в условиях радиационных воздействий	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модели деформирования материалов, эксплуатирующихся в условиях интенсивных терморadiационных воздействий	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель деформирования нержавеющей сталей при терморadiационных воздействиях	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель упруговязкопластического деформирования изотропного графита при терморadiационном воздействии	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Модель анизотропного графита	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Получение материальных функций моделей деформирования материалов при терморadiационном нагружении	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Получение материальных функций модели анизотропного графита	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Реализация моделей нелинейного деформирования и разрушения материалов в программных средствах численного исследования на основе МКЭ прочности конструкций	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Схема метода начальных напряжений	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Алгоритм подпрограммы, реализующей физические соотношения на этапе нагружения конструкции	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4
Алгоритм подпрограммы, реализующей внутреннюю шаговую схему в физическом узле конструкции	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4

5.2.2. Типовые расчетно-графические работы для оценки сформированности компетенции ОПК-1; ОПК-2.

1. Пластичность

Модуль Юнга материала E имеет следующую зависимость от температуры T :

$$E(T) = 206000 - 83 \cdot T, \text{ МПа}, \quad (1.1)$$

где T - температура в $^{\circ}\text{C}$.

Начальный предел текучести материала описывается соотношением:

$$\sigma_T^0(T) = 115 + 239 \cdot \exp(-0,0022 \cdot (T + 273)). \quad (1.2)$$

Диаграмма деформирования материала при текущей температуре T и уровне пластических деформаций ϵ_{11}^p определяется на основе формулы:

$$\sigma_{11}(T, e_{11}^p) = \sigma_T^0(T) + A(T) \cdot (e_{11}^p)^{n(T)}, \quad (1.3)$$

где

$$A(T) = 1408 - 1.4 \cdot T; \quad (1.4)$$

$$n(T) = 0.7 \cdot \left(\frac{A}{1000} \right)^{0.4}. \quad (1.5)$$

Варианты температур:

1. $T = 50^\circ \text{C}$;
2. $T = 100^\circ \text{C}$;
3. $T = 150^\circ \text{C}$;
4. $T = 200^\circ \text{C}$;
5. $T = 250^\circ \text{C}$;
6. $T = 300^\circ \text{C}$.

Задание

- 1.1. Постройте диаграмму деформирования материала $\sigma_{11}(e_{11})$, выбрав максимальное значение e_{11} из условия $e_{11}^e = (0.15 \div 0.20) \cdot e_{11}$ (соответственно $e_{11}^p = (0.80 \div 0.85) \cdot e_{11}$).
- 1.2. Постройте зависимость радиуса поверхности текучести $C_p(k_p)$ (таблица и график) в предположении, что упрочнение изотропно ($k_p^{\max} = 0.05; \Delta k_p = 0.0025$).
- 1.3. Вычислите значения материальных функций g_1 и g_2 в предположении, что упрочнение чисто кинематическое ($k_p^{\max} = 0.05; \Delta k_p = 0.0025$). Постройте зависимость $\Delta C_p(k_p)$ (таблица) на основе разницы исходной диаграммы (1.3) и диаграммы, полученной с использованием вычисленных значений g_1 и g_2 .

2. Ползучесть

Уравнение для скорости ползучести имеет вид:

$$\dot{e}^c = a_c \left(\frac{\sigma}{100} \right)^{n_c} \cdot (k_c)^{m_c}, \text{ ч}^{-1}, \quad (2.1)$$

где

$$k_c = \begin{cases} e^c, & e^c < k_c^{1,2} \\ k_c^{1,2}, & k_c \geq k_c^{1,2} \end{cases}. \quad (2.2)$$

Таблица значений параметров ползучести:

Вариант	$a_c, \text{ч}^{-1}$	n_c	m_c	$k_c^{1,2}$
1	$4.82 \cdot 10^{-13}$	13.5	-1.5	0.039
2	$2.46 \cdot 10^{-9}$	9.5	-0.7	0.055
3	$1.20 \cdot 10^{-7}$	8.2	-0.63	0.069
4	$7.3445 \cdot 10^{-14}$	13.8	-1.5	0.025
5	$1.3433 \cdot 10^{-11}$	12.5	-1.1018	0.031
6	$1.1984 \cdot 10^{-8}$	11.2	-0.6484	0.047

Задание

2.1.Проинтегрируйте аналитически уравнение (2.1).

2.2.Определите значение радиуса поверхности ползучести C_0 из условия, что накопленная деформация ползучести e^c за время $t = 50000$ часов не превысит 0.001.

2.3.Постройте кривую ползучести $e^c(t)$ для напряжения σ , соответствующего значению параметра $\theta = 3$ (таблица и график, t - время (часы)), выбрав в качестве $e^{c \max}$ значение $k_c^{1,2}$.

2.4.Вычислите значения функций $L(\theta)$ ($\theta = 0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0$) и $H_0(k_c)$ (

$$k_c = k_c^{\min}; k_c^{\min} + \Delta k_c; \dots; k_c^{1,2}. \quad \Delta k_c = \frac{k_c^{1,2} - k_c^{\min}}{10}. \quad k_c^{\min} \text{ выбирается из условия}$$

$$\frac{H_0(k_c^{1,2})}{H_0(k_c^{\min})} = 0.01).$$

5.2.3. Типовые расчетно-графические работы для оценки сформированности компетенции ОПК-1

3. Многоцикловая усталость

Уравнение кривой многоциклового усталости имеет вид $\sigma_a = a \lg N_f + b$ (σ_a – амплитуда напряжений в цикле; N_f – число циклов до разрушения).

Вариант	a	b	$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$
1	-2.5083	44.773	-1.0
2	-2.3518	43.249	-0.9
3	-2.1766	41.621	-0.8
4	-2.0223	40.488	-0.7
5	-1.9541	39.602	-0.6
6	-1.9080	38.959	-0.5

Модуль нормальной упругости материала $E = 4805 \text{ кг/мм}^2$, коэффициент поперечной деформации $\nu = 0.3$.

Пусть определяющее соотношение модели многоциклового усталости имеет вид

$$N_f \cdot 10^{k\sqrt{W_4}} = C, \quad (3.1)$$

где $W_4 = \langle \int_{\text{цикл}} \sigma'_{ij} d\epsilon'_{ij} \rangle$.

Задание

3.1. Постройте кривую многоциклового усталости в координатах $\lg N_f, \sigma_a$ в диапазоне $N_f = 5 \cdot 10^4 \div 5 \cdot 10^7$ циклов.

3.2. Определите параметры k и C модели многоциклового усталости (3.1) ($N_{f1} = 10^5; N_{f2} = 10^7$).

На основе соотношения (3.1) вычислите число циклов до разрушения N_f для амплитуды напряжений, соответствующей 10^6 циклов до разрушения на кривой многоциклового усталости.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

№	а) основная литература:	К-во
1.	Казаков Д.А., Капустин С.А., Коротких Ю.Г. Моделирование процессов деформирования и разрушения материалов и конструкций // Монография. Изд-во Нижегородского ун-та. Н.Новгород, 1999. 226 с.	1
2.	Капустин С.А. Метод конечных элементов в задачах механики деформируемых тел // Учебное пособие. Н.Новгород, 2002 г., 180 с.	40

№	б) дополнительная литература:	К-во
1.	Волков И.А., Коротких Ю.Г. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями // М.: Физматлит, 2008. 424 с.	1
2.	Капустин С.А., Чурилов Ю.А., Горохов В.А. Методические основы и алгоритмы компьютерного моделирования процессов деформирования и разрушения материалов и конструкций при квазистатических термосиловых нагружения // Учебно-методическое пособие. Н. Новгород., 2014. 111 с.	0

№	в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)	«Л» ил и «С»
1.	http://www.mmf.unn.ru/files/2014/01/Kapustin_DeformationAndDestructionProcesses.pdf	С

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения – компьютерная техника со стандартными офисными пакетами, средствами разработки программ.

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 01.05.01
Фундаментальные математика и механика.

Автор д.ф.-м.н., профессор кафедры ТКиЭМ В.А. Горохов

Заведующий кафедрой ТКиЭМ д.ф.-м.н., профессор.А. Игумнов

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30.11.2022 года, протокол № 3.