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)

|  |
| --- |
|  |
| УТВЕРЖДЕНОрешением президиума Ученого совета ННГУпротокол от«11» мая 2021 г. № 2 |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Модели деформируемых твёрдых тел** |

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| бакалавриат |

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| 01.03.03 Механика и математическое моделирование |

 *(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

|  |
| --- |
| очная |

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

 2021 год

1. **Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Модели деформируемых твёрдых тел» относится к обязательным 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.19, «Модели деформируемых твёрдых тел» относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование. |

1. **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-2* | *ОПК-2.1.* | **Знает** основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования | *Собеседование* |
|  | *ОПК-2.2.* | **Умеет** осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук | *Контрольная работа* |
|  | *ОПК-2.3.* | **Владеет навыками** применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования, а также современный математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности | *Сообщение* |
| *ОПК-5* | *ОПК-5.1.* | **Знает** основы преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе и специальных учебных заведениях. | *Собеседование* |
|  | *ОПК-5.2.* | **Умеет** использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности. | *Контрольная работа* |
|  | *ОПК-5.3.* | **Владеет навыками** планирования и подготовки учебных занятий, а также представления научных знаний. | *Сообщение* |

1. **Структура и содержание дисциплины**
	1. **Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **4** | **з.е.** |
| **Часов по учебному плану** | **144** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):** |  |
| **- занятия лекционного типа** | **32** |
| **- занятия семинарского типа** | **32** |
| **- занятия лабораторного типа** |  |
| **- текущий контроль (КСР)** | **2** |
| **самостоятельная работа** | **42** |
| **Промежуточная аттестация – экзамен** | **36** |

* 1. **Содержание дисциплины**

| **Очная форма обучения** |
| --- |
| **№** | **Наименование разделов и тем дисциплины** | **Всего(часы)** | в том числе |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**из них | **СР**1**, часы** |
| **ЗЛеТ**2 | **ЗСеТ**3 | **ЗЛаТ**4 | **Всего** |
|  | Введение | 4 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  | Основания МДТТ | 30 | 8 | 12 |  | 20 | 10 |
|  | Линейная теория упругости | 28 | 8 | 10 |  | 18 | 10 |
|  | Изотропное линейное термоупругое тело | 26 | 8 | 8 |  | 16 | 10 |
|  | Нелинейная теория упругости | 8 | 2 | 2 |  | 4 | 4 |
|  | Неупругое поведение деформируемого твердого тела | 6 | 2 |  |  | 2 | 4 |
|  | Обзор курса | 4 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  | Текущий контроль (КСР) | 2 |  |  |  | 2 |  |
|  | Промежуточная аттестация - экзамен | 36 |  |  |  |  |  |
|  | ИТОГО | 144 | 32 | 32 | 0 | 66 | 42 |
|  | 1 Самостоятельная работа обучающегося.2 Занятия лекционного типа.3 Занятия семинарского типа.4 Занятия лабораторного типа. |

***Краткое содержание разделов и тем дисциплины***

1. **Основания МДТТ**: основные гипотезы; описание движения; деформация; законы сохранения, уравнения динамики; законы термодинамики; модели деформируемых твердых тел; постановки задач МДТТ.
2. **Линейная теория упругости**: полная система уравнений; классификация задач; основные теоремы; принцип Сен-Венана; полуобратный метод Сен-Венана; вариационные принципы; постановка задач в перемещениях; формы общего решения; постановка задач в напряжениях; плоские задачи теории упругости; плоская деформация, плоское напряженное и обобщенное плоское напряженное состояние, функция напряжений Эри; постановка контактных задач; динамические задачи; волны в безграничной упругой среде; поверхностные волны Рэлея.
3. **Изотропное линейное термоупругое тело**: термоупругость; изотропная линейная термоупругая среда, физический смысл коэффициентов, входящих в модель.
4. **Нелинейная теория упругости**: геометрическая и физическая нелинейность, полная система уравнений нелинейной теории упругости.
5. **Неупругое поведение деформируемого твердого тела**: вязкоупругость; пластичность, ползучесть, релаксация; основные понятия теории пластичности; идеальная пластичность, упрочнение; условия пластичности; поверхность пластичности; деформационные теории и теории течения; ассоциированный закон; постановки задач теории пластичности.

***Содержание практических занятий***

1. **Основания МДТТ**: полная система уравнений в декартовой прямоугольной системе координат и в криволинейной системе координат (цилиндрической, сферической), формулировка граничных условий (статических и кинематических).
2. **Линейная теория упругости**: задача Сен-Венана, кручение призматических стержней, изгиб балок; плоские задачи в декартовой прямоугольной системе координат, изгиб балки-стенки; плоские задачи в полярной системе координат, задача Ламе о трубе под действием внутреннего и внешнего давлений, изгиб части кругового кольца, задача Кирша об одностороннем растяжении пластины с малым круговым отверстием, действие сосредоточенной силы на вершину клина, задача Фламана о действии сосредоточенной силы на полуплоскость, элементарное решение 1-го рода, центр растяжения-сжатия, элементарное решение 2-го рода, задача Буссинеска о действии сосредоточенной силы на полупространство; контактные задачи; свободные колебания балок.
3. **Изотропное линейное термоупругое тело**:
4. **Нелинейная теория упругости**: изгиб цилиндрической панели.
5. **Неупругое поведение деформируемого твердого тела**: кручение упруго-пластических стержней; труба под давлением, предельная нагрузка; полый шар под действием внутреннего и внешнего давлений; вдавливание жесткого штампа в жесткопластическое полупространство.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

* повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
* самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
* подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
* подготовка к промежуточному контролю успеваемости (экзамен).

**Примеры заданий для самостоятельного освоения и индивидуальной работы**

1. Применение вариационных уравнений Лагранжа и Кастильяно для приближенного решения задачи кручения. Метод. разработка . Сост. Т.А. Миндлина. –Горький: Изд-во ГГУ, 1983.
2. Решение плоской задачи теории упругости с помощью функций напряжений. Методическая разработка. Сост. В.Г. Киселев, Т.А. Миндлина. – Горький: Изд-во ГГУ, 1989.
3. Упруго-пластический изгиб балок. Методическая разработка. Сост. Т.А. Миндлина. –Горький: Изд-во ГГУ, 1983.

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

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

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *сообщений* и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к *зачёту*.

* 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, но не в полном объеме. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами |
| **хорошо** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| **очень хорошо** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **отлично** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **превосходно** | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов | Продемонстрирован 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» |
| незачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**
		1. **Контрольные вопросы**

| *№* | *Вопрос* | *Код формируемой компетенции* |
| --- | --- | --- |
|  | Гипотезы классической механики сплошных сред. Описание движения материальной частицы сплошной среды: материальные и пространственные координаты, отсчетная и актуальная конфигурации, материальное (лагранжевое) и пространственное (эйлеровое) описание. | *ОПК-5* |
|  | Деформация твердого тела. Конечные деформации. Малые перемещения. Малые деформации. | *ОПК-5* |
|  | Меры деформации. Жесткие движения. Тензоры конечной деформации. | *ОПК-5* |
|  | Тензор линейной деформации. Тензор малой деформации. Тензор малого поворота. | *ОПК-5* |
|  | Геометрический смысл координат тензоров мер деформации и тензоров деформации. | *ОПК-5* |
|  | Объемное расширение (сжатие). | *ОПК-5* |
|  | Координаты линейного тензора деформации Коши в декартовой прямоугольной системе координат. | *ОПК-2* |
|  | Главные оси и значения деформаций. Инварианты. Шаровой тензор и девиатор деформаций. | *ОПК-2* |
|  | Характеристики деформаций (октаэдрическая деформация, интенсивность деформаций сдвига, интенсивность продольных деформаций, параметр Нодаи-Лоде).  | *ОПК-2* |
|  | Поверхность деформаций. | *ОПК-2* |
|  | Определение вектора перемещений по известному тензору линейной деформации (формула Чезаро). | *ОПК-2* |
|  | Уравнения совместности деформаций (Сен-Венана). | *ОПК-2* |
|  | Классификация сил, действующих на сплошную среду. Взаимодействие материальных частиц сплошной среды. Гипотезы классической теории напряжений. | *ОПК-5* |
|  | Вектор напряжения и его свойства. Фундаментальная теорема Коши (формула Коши). Обобщение закона взаимности напряжений. | *ОПК-5* |
|  | Тензоры напряжений и их свойства. Правило знаков для компонент. Нормальное и касательное напряжение. | *ОПК-2* |
|  | Главные оси и значения напряжений. Инварианты. Шаровой тензор и девиатор напряжений. | *ОПК-2* |
|  | Характеристики напряжений (октаэдрическое напряжение, интенсивность напряжений сдвига, интенсивность нормальных напряжений, параметр Нодаи-Лоде). | *ОПК-2* |
|  | Поверхность напряжений. | *ОПК-2* |
|  | Законы сохранения и законы динамики. Уравнения движения (равновесия) сплошной среды. | *ОПК-2* |
|  | Уравнения равновесия (движения) в декартовой прямоугольной системе координат. | *ОПК-5* |
|  | Упругий потенциал (удельная работа деформаций или удельная потенциальная энергия деформаций). | *ОПК-5* |
|  | Формула Грина. | *ОПК-2* |
|  | Формула Клапейрона | *ОПК-2* |
|  | Формула Кастилиано | *ОПК-2* |
|  | Формула Бетти | *ОПК-2* |
|  | Модель линейно упругого тела. Обобщенный закон Гука. Упругие постоянные при различных случаях упругой симметрии. | *ОПК-2* |
|  | Обобщенный закон Гука для однородного изотропного линейно упругого тела. | *ОПК-2* |
|  | Различные формы записи обобщенного закона Гука для однородного изотропного линейно упругого тела. Размерности констант. | *ОПК-2* |
|  | Физическая и математическая постановка задачи линейной теории упругости. | *ОПК-2* |
|  | Классификация статических задач линейной теории упругости. | *ОПК-2* |
|  | Постановка задачи теории упругости в перемещениях (уравнения Ламе). Свойства перемещений и объемной деформации. | *ОПК-2* |
|  | Постановка задачи теории упругости в напряжениях (уравнения Бельтрами-Мичелла). Свойства напряжений и среднего нормального давления. | *ОПК-2* |
|  | Теорема Клапейрона (о потенциальной энергии упругого тела). | *ОПК-5* |
|  | Теорема Бетти (о взаимности работ). | *ОПК-5* |
|  | Теорема Кирхгофа (о единственности решения). | *ОПК-5* |
|  | Принцип Сен-Венана. Полуобратный метод Сен-Венана. | *ОПК-5* |
|  | Формы решений уравнений упругого равновесия (Стокса, Кельвина, Буссинеска-Папковича-Галеркина). | *ОПК-2* |
|  | Вариационный принцип Лагранжа (принцип минимума потенциальной энергии). | *ОПК-2* |
|  | Вариационный принцип Кастилиано (принцип минимума дополнительной работы). | *ОПК-2* |
|  | Вариационные принципы Рейснера, Ху-Вашицу. | *ОПК-2* |
|  | Задача кручения призматических стержней. Функция напряжений Прандтля. Теорема Бредта. Теорема о максимуме касательного напряжения. | *ОПК-2* |
|  | Плоская задача теории упругости в декартовой прямоугольной системе координат (плоское деформированное состояние, плоское напряженное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние). Функция напряжений Эри. Теорема Леви. | *ОПК-2* |
|  | Решение плоской задачи теории упругости с помощью степенных рядов (изгиб балки-стенки). | *ОПК-2* |
|  | Решение плоской задачи теории упругости с помощью тригонометрических рядов. | *ОПК-2* |
|  | Плоская задача теории упругости в полярных координатах. | *ОПК-2* |
|  | Задача Ламе (труба под давлением). | *ОПК-2* |
|  | Изгиб части кругового кольца. | *ОПК-2* |
|  | Задача Кирша (одноосное растяжение пластины с малым круговым отверстием). | *ОПК-2* |
|  | Действие сосредоточенной силы на вершину бесконечного треугольного клина. | *ОПК-2* |
|  | Задача Фламана (действие сосредоточенной силы на полуплоскость). | *ОПК-2* |
|  | Задача о контакте двух тел (геометрические соотношения). | *ОПК-2* |
|  | Элементарное решение первого рода. | *ОПК-2* |
|  | Центр растяжения (сжатия) в бесконечном теле. | *ОПК-2* |
|  | Элементарное решение второго рода. | *ОПК-2* |
|  | Постановка и решение задачи о контакте двух тел. | *ОПК-2* |
|  | Основы теории пластичности | *ОПК-2* |

* + 1. **Типовые задания/задачи для оценки
		сформированности компетенции   ОПК-2**

|  |
| --- |
| 1. Вектор напряжения и его свойства. Фундаментальная теорема Коши (формула Коши).
2. Математическая постановка задачи динамики линейно упругого однородного деформируемого твердого тела.
3. Известно, что функция напряжений

 |
|  | дает решение задачи о плоском напряженном состоянии длинной прямоугольной полосы (). Найти напряжения на сторонах , изгибающий момент и поперечную силу на краях , . |

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

| **№** | **а) основная литература:** | **К-во**[[1]](#footnote-1) |
| --- | --- | --- |
|  | Седов Л. И. Механика сплошной среды. СПб.: Лань, 2004. Т. 1. 528 с. Т. 2. 560 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Sedov_MSS_t1_1970ru.djvu>, <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Sedov_MSS_t2_1970ru.djvu>). | Э |
|  | Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. Учебник- 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1990.- 310 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Ilyushin1971ru.djvu>). | Э |
|  | Демидов С.П. Теория упругости. Учебник для вузов-М.: Высш. школа, 1979- 432с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Demidov1979ru.djvu>). | Э |
|  | Лурье А.И. Нелинейная теория упругости – М.: Наука, 1980. 512 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Lure1980ru.djvu>). | Э |
|  | Амензаде Ю. А. Теория упругости. М.: Высшая школа, 1976. 272 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Amenzade1976ru.djvu>). | Э |
|  | Качанов Л. М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. 420 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Kachanov1969ru.djvu>). | Э |
|  | Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. Пер. с англ. под ред. М. Э. Эглит. М.: Мир, 1974. 320 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Mase1974ru.djvu>). | Э |

| **№** | **б) дополнительная литература:** | **К-во**1 |
| --- | --- | --- |
|  | Прагер В. Введение в механику сплошных сред. Пер. с нем. под ред. Л. П. Смирнова и Г. С. Шапиро. М.: ИЛ, 1963. 312 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Prager1963ru.djvu>). | Э |
|  | Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. Пер. с англ.-2-е изд. – М.: Наука, 1979. 560 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/TimoshenkoGuder1975ru.djvu>). | Э |
|  | Уравнения и краевые задачи теории пластичности и ползучести. Справочное пособие / Писаренко Г.С., Можоровский Н.С. Киев, Наукова думка – 1981. – 496 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/PisarenkoMozharovskij1981ru.djvu>). | Э |
|  | Галин Г. Я., Голубятников А. Н., Каменярж Я. А. и др. Механика сплошных сред в задачах. Под ред. М. Э. Эглит. М.: Московский лицей, 1996. Т. 1. Теория и задачи. 369 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Eglit_MSSzadach_t1_1996ru.djvu>). Т. 2. Ответы и решения. 394 с. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Eglit_MSSzadach_t2_1996ru.djvu>). | Э |

| **№** | **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)** | **«Л» или «С»**[[2]](#footnote-2) |
| --- | --- | --- |
|  | ANSYS | Л |
|  | <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm> | С |

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

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 ФГОС ОС 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 2 июня 2021 года, протокол № 8.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Автор(ы) |  | к.т.н., доцент Жидков А.В. |
| Рецензент(ы) |  |  |
| Заведующий кафедрой теоретической, компьютерной и экспериментальной механики |  | д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А. |

1. Указывается количество экземпляров в библиотеке ННГУ. Если издание доступно в электронном виде (указана ссылка), указывается буква «Э». [↑](#footnote-ref-1)
2. Указывается буква «Л», если программное обеспечение – лицензионное, или «С» – в свободном доступе. [↑](#footnote-ref-2)