

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики  
Кафедра «Подъемно-транспортная техника»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
транспорта и логистики  
В.В. Быкадоров

(подпись)

« 14 »

04

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДЪЕМНО-  
ТРАНСПОРТНОГО, СТРОИТЕЛЬНОГО, ДОРОЖНОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Направление подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические  
комплексы

Магистерская программа «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные  
машины и оборудование»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы. – 21 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12 августа 2020 года № 954.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Киркин А.П.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры подъемно-транспортной техники «11» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  
подъемно-транспортной техники  Коструб В.А.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Директор института транспорта и логистики  Быкадоров В.В.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта и логистики  Е.И. Иванова

© Киркин А.П., 2023 год  
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цели изучения дисциплины:

- формирование у студентов знаний, умений и навыков в области методов решения математических задач в численном виде.
- обучение приемам и методам представления как исходных данных в задаче, так и ее решения в виде числа или набора чисел.

Задачи изучения дисциплины:

- овладение комплексом знаний и проблем, касающихся относительно подъемно-транспортных машин;
- овладение основными вычислительными методами решения задач;
- овладение методами математического аппарата.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» относится к общенаучному циклу вариативной части (по выбору студента) дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания: основных принципов и положений математики и информатики; умения: выполнять математические расчеты; навыки: работы с персональным компьютером и литературой.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математическое моделирование рабочих процессов ПТСДМ», «Динамика грузоподъемных кранов», и служит инструментом для выполнения магистерской диссертации.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                     | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                                | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.<br>Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и | ОПК-1.1. Знает методы решения научно-технических задач в области подъемно-транспортных строительных дорожных машин и оборудования, и новые междисциплинарные направления с использованием естественно-научных и математических моделей с учетом последних достижений науки и | <b>знать:</b> основные и специфические законы математики, естественных, гуманитарных, экономических наук; методы моделирования и расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин; основы прикладного программирования; основные языки программирования. |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                               |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| техники | техники<br>ОПК-1.2. Умеет решать научно-технические задачи в области подъемно-транспортных строительных дорожных машин и оборудования и новых междисциплинарных направлений с использованием естественно-научных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники<br>ОПК-1.3. Владеет навыками обобщения и критического анализа практик управления в области подъемно-транспортных строительных дорожных машин и оборудования | <b>уметь:</b> использовать законы в приложении к профессиональной деятельности; создавать работоспособные приложения для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин. |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>владеть:</b> анализом и выбором решения нестандартных задач; методологией разработки прикладной программы для расчета узлов и деталей транспортно-технологических машин узлов и деталей.   |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                                                                | Объем часов (зач. ед.)    |                           |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                                                                                                                   | Очная форма               | Очно-заочная форма        | Заочная форма             |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>                                                                                             | <b>216</b><br>(6 зач. ед) | <b>216</b><br>(6 зач. ед) | <b>216</b><br>(6 зач. ед) |
| <b>Обязательная контактная работа (всего)</b>                                                                                     | <b>84</b>                 |                           | <b>28</b>                 |
| <b>в том числе:</b>                                                                                                               |                           |                           |                           |
| Лекции                                                                                                                            | -                         |                           | -                         |
| Семинарские занятия                                                                                                               | -                         |                           | -                         |
| Практические занятия                                                                                                              | 84                        |                           | 28                        |
| Лабораторные работы                                                                                                               | -                         |                           | -                         |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                                                                 | -                         |                           | -                         |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> ) | -                         |                           | -                         |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                                                                                    | <b>132</b>                |                           | <b>188</b>                |
| Форма аттестации                                                                                                                  | экзамен/зачет             | экзамен/зачет             | экзамен/зачет             |

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Семестр 2.

##### Тема 1. Общие сведения о численных методах.

Области применения.

## **Тема 2. Метод конечных разностей.**

Расчет балки на двух опорах МКР и вариационно-разностным методом.

## **Тема 3. Метод конечных элементов. идея метода.**

Основные понятия. Применение МКЭ к расчету конструкций. Различные виды и формы МКЭ. Элементы и аппроксимирующие функции. Общий алгоритм статического расчета МКЭ. Построение глобальной матрицы жесткости и вектора узловых сил.

## **Тема 4. решение плоской задачи механики деформируемого твердого тела МКЭ в пакете Mathcad.**

Расчет балки постоянной жесткости МКЭ. Применение МКЭ в САЕ системах. Расчет металлоконструкции крана.

## **Тема 5. Определение геометрических характеристик фигуры, заданной несколькими математическими выражениями.**

Расчет геометрических характеристик. Сечение задано массивом точек. Расчет геометрических характеристик составного сечения.

## **Семестр 3.**

## **Тема 6. Метод суперэлементов.**

Основные понятия.

## **Тема 7. Системы линейных уравнений.**

Прямые методы. Итерационные методы.

## **Тема 8. Системы нелинейных уравнений.**

Стандартные метод Ньютона.

## **Тема 9. Нелинейные уравнения. Полиномиальные уравнения.**

Общий случай. Вычисление собственных значений квадратной матрицы.

## **Тема 10. Определение внутренних усилий в стержне при растяжении, кручении, изгибе.**

## **Тема 11. Растяжение стержня.**

Растяжение стержня при  $q = \text{Const}$ . Растяжение стержня при  $q$ -переменной.

## **Тема 12. Кручение стержня.**

Изгиб консольной балки при  $q = \text{Const}$  Изгиб консольной балки при  $q$  переменной.

## **Тема 13. Изгиб консольной балки.**

Изгиб балки на двух опорах при  $q = \text{Const}$ . Изгиб балки на двух опорах при  $q$  переменной.

**4.3. Лекции по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» не предусмотрены учебным планом**

## **4.4. Практические (семинарские) занятия**

| №<br>п/п | Название темы | Объем часов    |                           |                  |
|----------|---------------|----------------|---------------------------|------------------|
|          |               | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |

| <b>2 семестр</b> |                                                                                                    |           |  |           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|-----------|
| 1.               | Общие сведения о численных методах.                                                                | <b>10</b> |  | <b>4</b>  |
| 2.               | Метод конечных разностей.                                                                          | <b>10</b> |  | <b>2</b>  |
| 3.               | Метод конечных элементов. Идея метода                                                              | <b>10</b> |  | <b>4</b>  |
| 4.               | Решение плоской задачи механики деформируемого твердого тела МКЭ в пакете Mathcad.                 | <b>10</b> |  | <b>4</b>  |
| 5.               | Определение геометрических характеристик фигуры, заданной несколькими математическими выражениями. | <b>8</b>  |  | <b>2</b>  |
| <b>Итого:</b>    |                                                                                                    | <b>48</b> |  | <b>16</b> |
| <b>3 семестр</b> |                                                                                                    |           |  |           |
| 1.               | Метод суперэлементов.                                                                              | <b>4</b>  |  | <b>2</b>  |
| 2.               | Системы линейных уравнений.                                                                        | <b>4</b>  |  |           |
| 3.               | Системы нелинейных уравнений.                                                                      | <b>4</b>  |  |           |
| 4.               | Нелинейные уравнения. Полиномиальные уравнения.                                                    | <b>4</b>  |  | <b>2</b>  |
| 5.               | Определение внутренних усилий в стержне при растяжении, кручении, изгибе.                          | <b>4</b>  |  | <b>2</b>  |
| 6.               | Растяжение стержня.                                                                                | <b>6</b>  |  | <b>2</b>  |
| 7.               | Кручение стержня                                                                                   | <b>6</b>  |  | <b>2</b>  |
| 8.               | Изгиб консольной балки.                                                                            | <b>4</b>  |  | <b>2</b>  |
| <b>Итого:</b>    |                                                                                                    | <b>36</b> |  | <b>12</b> |

**4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» не предусмотрены учебным планом**

#### **4.6. Самостоятельная работа студентов**

| № п/п | Название темы                                                                                          | Вид СРС                                                        | Объем часов |                    |               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|---------------|
|       |                                                                                                        |                                                                | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1.    | <b>Тема 1:</b> Общие сведения о численных методах. Области применение.                                 | Проработка дополнительного учебного материала                  | 10          |                    | 15            |
| 2.    | <b>Тема 2:</b> Метод конечных разностей. Области применения.                                           | Проработка дополнительного учебного материала                  | 10          |                    | 15            |
| 3.    | <b>Тема 3:</b> Метод конечных элементов. Условия перехода к системам, состоящих из конечных элементов. | Проработка дополнительного учебного материала                  | 10          |                    | 15            |
| 4.    | <b>Тема 4:</b> Уравнения метода конечных элементов. Разложение по собственным функциям                 | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10          |                    | 15            |

|               |                                                                                                                |                                                                |            |   |            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|---|------------|
| 5.            | <b>Тема 5:</b> Шаговый путь решения МКЭ                                                                        | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10         |   | 15         |
| 6.            | <b>Тема 6:</b> Определение частот и форм колебания МКЭ                                                         | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10         |   | 15         |
| 7.            | <b>Тема 7:</b> Анализ условий сходимости МКЭ                                                                   | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10         |   | 15         |
| 8.            | <b>Тема 8:</b> Алгебраические уравнения.                                                                       | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10         |   | 15         |
| 9.            | <b>Тема 9:</b> Численное интегрирование                                                                        | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10         |   | 15         |
| 10.           | <b>Тема 10:</b> Дифференциальные уравнения с начальными условиями                                              | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 10         |   | 15         |
| 11.           | <b>Тема 11:</b> Проекционные методы. Метод моментов. Метод Галеркина.                                          | Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины | 12         |   | 15         |
| 12.           | Подготовка к практическим занятиям (изучение теоретического материала и соответствующих методических указаний) | Самостоятельная внеаудиторная работа                           | 12         |   | 15         |
| 13            | Зачет и экзамен                                                                                                |                                                                | 8          | 8 | 8          |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                                |                                                                | <b>132</b> |   | <b>188</b> |

**4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» не предполагаются учебным планом.**

### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам

активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- разноуровневые задачи;
- доклады.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного зачета (ответы на теоретические вопросы) и экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

| Шкала оценивания<br>(экзамен) | Характеристика знания предмета и<br>ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Зачеты     |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| отлично (5)                   | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. | зачтено    |
| хорошо (4)                    | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |            |
| удовлетворительно (3)         | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |            |
| неудовлетворительно (2)       | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                           | не зачтено |

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Бахвалов Н.С., Численные методы. Решения задач и упражнения: учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков - М. : Лаборатория знаний, 2016. - 355 с. (Классический университетский учебник) - ISBN 978-5-93208-205-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082058.html>.

2. Орешкова М.Н., Численные методы / Орешкова М.Н. - Архангельск : ИД САФУ, 2015. - 120 с. - ISBN 978-5-261-01040-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010401.html>.

3. Персова М.Г., Численные методы в уравнениях математической физики : учеб. пособие / Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г., Вагин Д.В., Домников П.А., Кошкина Ю.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 60 с. - ISBN 978-5-7782-2971-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента":[сайт].-URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229716.html>.

4. Бахвалов Н.С., Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 9-е изд., электрон. - М. : Лаборатория знаний, 2020. - 636 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10. (Классический университетский учебник) - ISBN 978-5-00101-836-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001018360.html>.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Бахвалов Н.С., Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 639 с. (Классический университетский учебник.) - ISBN 978-5-9963-2616-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента":[сайт].-URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html>.

2. Чепасов В.И., Программная реализация численных методов в длинной арифметике / Чепасов В.И. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 141 с. - ISBN 978-5-7410-1812-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741018125.html>.

3. Гильмутдинов Р.Ф., Численные методы : учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф. - Казань : Издательство КНИТУ, 2018. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-2427-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224275.html>.

4. Балабко Л.В., Численные методы / Л.В. Балабко, А.В. Томилова - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 163 с. - ISBN 978-5-261-00962-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261009627.html>.

5. Карманова Е.В., Численные методы : учеб. пособие / Е.В. Карманова. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2015. - 172 с. - ISBN 978-5-9765-2303-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976523036.html>.

6. Алексеев Г.В., Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования : учеб. пособие / Г.В. Алексеев, Б.А. Вороненко, М.В. Гончаров - СПб. : ГИОРД, 2014. - 200 с. - ISBN 978-5-98879-177-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988791775.html>.

7. Селезнев В.А., Структурные свойства математического языка : учебное пособие / Селезнев В.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 116 с. - ISBN 978-5-7782-3059-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].-URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230590.html>.

8. Меняйлов А.И., Математический практикум : Учебное пособие для высшей школы / Меняйлов А.И., Меняйлова М.А. - М.: Академический Проект, 2020. - 92 с. ("Gaudeamus") - ISBN 978-5-8291-2774-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829127749.html>.

9. Киркинский А.С., Математический анализ : Учебное пособие для вузов / Киркинский А.С. - М.: Академический Проект, 2020. - 526 с. (Gaudeamus) - ISBN 978-5-8291-3040-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130404.html>.

10. Твердохлебова Е.В., Исследование функций : задачник / Е.В. Твердохлебова. - М. : МИСиС, 2019. - 179 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [http://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_430.html](http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_430.html).

11. Горушкина Н.В., Математика: теория функций комплексного переменного : практикум / Н.В. Горушкина, В.А. Карасев, Г.Д. Лёвшина. - М. : МИСиС, 2019. - 101 с. - ISBN 978-5-907061-15-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061156.html>.

12. Коннова Л.П., Математический анализ. Практико-ориентированный курс с элементами кейсов : Учебник для бакалавриата по направлениям подготовки 38.03.01 "Экономика" и 38.03.02 "Менеджмент" / Л.П. Коннова, А.А. Рылов, И.К. Степанян - М. : Прометей, 2019. - 280 с. - ISBN 978-5-907100-61-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907100619.html>.

13. Крупин В.Г., Высшая математика. Функции нескольких переменных. Элементы дифференциальной геометрии. Сборник задач с решениями : учебное пособие / Крупин В.Г., Павлов А.Л., Попов Л.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01396-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013960.html>.

14. Аверина Т.А., Верификация численных методов решения систем со случайной структурой : учеб. пособие / Аверина Т.А. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. - 178 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ngu001.html>.

#### **в) методические рекомендации:**

1. Методические указания к индивидуальным заданиям по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного,

строительного, дорожного машиностроения» (для студентов очного и заочного отделений, направления подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы) / Сост. А.А. Мирошников. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2021. – 48 с.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения №1» (для студентов очного и заочного отделений, направления подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы) / Сост. А.А. Мирошников. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2018. – 69 с.

3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения №2» (для студентов очного и заочного отделений, направления подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы) / Сост. А.А. Мирошников. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2019. – 61 с.

#### **г) интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

#### **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Экономическая теория и макроэкономика» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение    | Ссылки                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                    | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>                                                              |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                          | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                                                                                          |
| Браузер                   | Firefox Mozilla                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                                                                                   |
| Браузер                   | Opera                                 | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>                                                                                                                                                                                   |
| Почтовый клиент           | Mozilla Thunderbird                   | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                                                                                 |
| Файл-менеджер             | Far Manager                           | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                                                                               |
| Архиватор                 | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>                                                                                                                                                                                 |
| Графический редактор      | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF              | PDFCreator                            | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |
| Аудиоплеер                | VLC                                   | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>                                                                                                                                                                   |

## 9. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт

#### оценочных средств по учебной дисциплине

«Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

| № п/п | Код контролируемой | Формулировка контролируемой | Индикаторы достижений | Контролируемые темы | Этапы формирования |
|-------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
|-------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|

|   | компетенции | компетенции                                                                                                                                                                                                                                      | компетенции<br>(по реализуемой дисциплине) | учебной дисциплины, практики                                                                               | (семестр изучения) |
|---|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | ОПК-1       | Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники | ОПК-1.1                                    | Тема 1. Общие сведения о численных методах.                                                                | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  | ОПК-1.2                                    |                                                                                                            |                    |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  | ОПК-1.3                                    | Тема 2. Метод конечных разностей.                                                                          | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 3. Метод конечных элементов. идея метода.                                                             | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 4. решение плоской задачи механики деформируемого твердого тела МКЭ в пакете Mathcad.                 | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 5. Определение геометрических характеристик фигуры, заданной несколькими математическими выражениями. | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 6. Метод суперэлементов.                                                                              | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 7. Системы линейных уравнений.                                                                        | 3                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 8. Системы нелинейных уравнений.                                                                      | 4                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 9. Нелинейные уравнения. Полиномиальные уравнения.                                                    | 4                  |
|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            | Тема 10. Определение внутренних усилий в стержне при растяжении, кручении, изгибе.                         | 4                  |

|  |  |  |  |                                        |   |
|--|--|--|--|----------------------------------------|---|
|  |  |  |  | Тема 11.<br>Растяжение<br>стержня.     | 4 |
|  |  |  |  | Тема 12.<br>Кручение<br>стержня.       | 4 |
|  |  |  |  | Тема 13. Изгиб<br>консольной<br>балки. | 4 |

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал  
оценивания**

| №<br>п/п | Код<br>контролируемой<br>компетенции | Индикаторы<br>достижений<br>компетенции<br>(по<br>реализуемой<br>дисциплине) | Перечень<br>планируемых<br>результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Контролируемые<br>темы учебной<br>дисциплины                                                                                                                                                   | Наименование<br>оценочного<br>средства                                                   |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | ОПК-1                                | ОПК-1.1<br><br>ОПК-1.2<br><br>ОПК-1.3                                        | <b>знать:</b> основные и<br>специфические<br>законы<br>математики,<br>естественных,<br>гуманитарных,<br>экономических<br>наук; методы<br>моделирования и<br>расчета узлов,<br>агрегатов и систем<br>транспортно-<br>технологических<br>машин; основы<br>прикладного<br>программирования;<br>основные языки<br>программирования.<br><b>уметь:</b><br>использовать<br>законы в<br>приложении к<br>профессиональной<br>деятельности;<br>создавать<br>работоспособные<br>приложения для<br>расчета узлов,<br>агрегатов и систем<br>транспортно-<br>технологических<br>машин.<br><b>владеть:</b> анализом | Тема 1,<br><br>Тема 2,<br><br>Тема 3,<br><br>Тема 4,<br><br>Тема 5,<br><br>Тема 6,<br><br>Тема 7,<br><br>Тема 8,<br><br>Тема 9,<br><br>Тема 10,<br><br>Тема 11,<br><br>Тема 12,<br><br>Тема 13 | Разноуровневые<br>задачи,<br>доклады,<br>промежуточная<br>аттестация<br>(зачет, экзамен) |

|  |  |  |                                                                                                                                                                    |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | и выбором решения нестандартных задач; методологией разработки прикладной программы для расчета узлов и деталей транспортно-технологических машин узлов и деталей. |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

**Фонды оценочных средств по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения»**

**Темы разноуровневых задач:**

1. Применение МКЭ в САЕ системах. Расчет металлоконструкции крана в SolidWorksSimulation.
2. Расчет шарнирной балки МКЭ в пакете Mathcad.
3. Расчет прямоугольной пластины МКЭ в пакете Mathcad.
4. Определение геометрических характеристик фигуры, заданной несколькими математическими выражениями. Расчет геометрических характеристик. Сечение задано массивом точек. Расчет геометрических характеристик составного сечения.
5. Растяжение стержня при  $q = \text{Const}$ .
6. Растяжение стержня при  $q$ -переменной.
7. Изгиб консольной балки при  $q = \text{Const}$ .
8. Изгиб консольной балки при  $q$  переменной.
9. Изгиб балки на двух опорах при  $q = \text{Const}$ .
10. Изгиб балки на двух опорах при  $q$  переменной.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству разноуровневые задачи**

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Решение разноуровневых задач выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% задач)                    |
| 4                                     | Решение разноуровневых задач выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% задач)                     |
| 3                                     | Решение разноуровневых задач выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% задач)                      |
| 2                                     | Решение разноуровневых задач выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% задач) |

### Темы докладов:

1. Общие сведения о численных методах. Области применения.
2. Метод конечных разностей. Области применения.
3. Метод конечных элементов. Условия перехода к системам, состоящих из конечных элементов.
4. Уравнения метода конечных элементов. Разложение по собственным функциям.
5. Шаговый путь решения МКЭ.
6. Определение частот и форм колебания МКЭ.
7. Анализ условий сходимости МКЭ.
8. Алгебраические уравнения.
9. Численное интегрирование.
10. Дифференциальные уравнения с начальными условиями.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству доклад

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Доклад представлен на высоком уровне (студент полно осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| 4                                     | Доклад представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)                          |
| 3                                     | Доклад представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)             |
| 2                                     | Доклад представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                                  |

### Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет, экзамен):

#### Семестр 2

1. Задачи инженерных расчетов.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), получающихся при решении уравнений математической физики.

10. Метод Гаусса и его разновидности.

11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.

12. Метод алгебраической прогонки.

13. Методы аппроксимации и их применения.

14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.

15. Аппроксимация полиномами.

16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы трапеции и Симпсона).

17. Аналитические решения уравнений математической физики.

18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.

19. Применение численных методов для получения аналитических решений.

20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.

21. Введение в задачу анализа.

22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.

23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.

24. Метод конечных элементов.

25. Вынужденные колебания при произвольном возбуждении для системы без затухания.

### Семестр 3

1. Вынужденные колебания при произвольном возбуждении для системы с затуханием.

2. Вынужденные колебания при синусоидальном импульсе для системы без затухания.

3. Вынужденные колебания при синусоидальном импульсе для системы с затуханием.

4. Вынужденные колебания при произвольном перемещении опоры (перемещение опоры как функция времени).

5. Вынужденные колебания при произвольном перемещении опоры (ускорение опоры).

6. Численные способы определения динамических перемещений. Метод представления непрерывной функции в виде набора ступенчатых функций.

7. Численные способы определения динамических перемещений. Метод представления непрерывной функции в виде набора импульсов прямоугольной формы.

8. Численные способы определения динамических перемещений. Метод интерполяции кусочно-линейного типа.

9. Понятие о численных методах и алгоритмах решения поставленных задач.

10. Физические процессы Реализации процесса. Детерминированные и недетерминированные Случайные процессы.

11. Характеристики случайных процессов. Достоверность оценок.

12. Интерполяция, экстраполяция и сплайн-аппроксимация. Определения. Интерполяция с использованием формул Лагранжа при равномерном расположении узлов и полиномом Лагранжа при произвольном расположении узлов.

13. Интерполяция при произвольном расположении узлов с одновременным вычислением коэффициентов полинома.

14. Линейная экстраполяция при равномерном расположении узлов.

15. Многоинтервальная квадратичная интерполяция и экстраполяция

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточная аттестации (зачет, экзамен)

| Шкала оценивания        | Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Зачеты     |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| отлично (5)             | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач | зачтено    |
| хорошо (4)              | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                     |            |
| удовлетворительно (3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                   |            |
| неудовлетворительно (2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                          | не зачтено |

### Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры<br>(кафедр), на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись (с<br>расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |

### Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Численные методы решения задач подъемно-транспортного, строительного, дорожного машиностроения» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (магистерская программа «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»).

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки магистров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта  
и логистики



Е.И. Иванова