

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Кафедра строительства и архитектуры

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе  
Д. В. Мулов



Компьютерные методы нелинейного расчета строительных конструкций  
(наименование дисциплины)

**2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения**  
(шифры научных специальностей, наименование научных специальностей)

## Квалификация

### Форма обучения

очная

Алчевск, 2024

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

*Цель дисциплины.* Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов компетенций в области использования современных компьютерных методов нелинейного расчета зданий и сооружений, позволяющих осуществлять инженерные расчеты в области проектирования строительных конструкций.

*Задачи изучения дисциплины:*

- систематизировать представления о возможностях современных компьютерных методов нелинейного расчета зданий и сооружений;
- сформировать у аспиранта умение осуществлять инженерные расчеты в области проектирования строительных конструкций.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Компьютерные методы нелинейного расчета строительных конструкций» относится к элективным дисциплинам (модулям) блока 2 «Образовательный компонент» образовательной программы, направленной на повышение компетенций обучающихся по специальности 2.1.1. «Строительные конструкции, здания и сооружения» подготовки научных и научно-педагогических кадров в ФГБОУ ВО «ДонГТУ».

Дисциплина реализуется кафедрой строительства и архитектуры.

Основывается на базе дисциплин «Строительные конструкции, здания и сооружения», а также изучаемых при подготовке по направлениям 08.03.01 Строительство, 08.04.01 Строительство.

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Педагогическая практика», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

Научная деятельность аспиранта, направленная на выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, Подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, а также направлена на формирование компетенций по способности использовать знания в различных сферах жизнедеятельности, способности к изучению и анализу исследовательской деятельности, способности к научно-методическому сопровождению исследовательской деятельности, способности к ведению преподавательской деятельности.

Дисциплина читается на 1 курсе. Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

### 3 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ч.), практические (36 ч.) занятия и самостоятельная работа (72 ч.).

Самостоятельная работа аспиранта включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к диф. зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта для очной формы обучения в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

| Вид учебной работы                              | Всего ак.ч. | Ак.ч.      |
|-------------------------------------------------|-------------|------------|
|                                                 |             | 2          |
| Аудиторная работа, в том числе:                 | 72          | 72         |
| Лекции (Л)                                      | 36          | 36         |
| Практические занятия (ПЗ)                       | 36          | 36         |
| Лабораторные работы (ЛР)                        | -           | -          |
| Курсовая работа/курсовой проект                 | -           | -          |
| Самостоятельная работа аспирантов, в том числе: | 72          | 72         |
| Подготовка к лекциям                            | 9           | 9          |
| Подготовка к лабораторным работам               | -           | -          |
| Подготовка к практическим занятиям / семинарам  | 9           | 9          |
| Выполнение курсовой работы / проекта            | -           | -          |
| Расчетно-графическая работа (РГР)               | -           | -          |
| Реферат (индивидуальное задание)                | 12          | 12         |
| Домашнее задание                                | -           | -          |
| Подготовка к контрольной работе                 | -           | -          |
| Подготовка к коллоквиуму                        | 6           | 6          |
| Аналитический информационный поиск              | 17          | 17         |
| Работа в библиотеке                             | 16          | 16         |
| Подготовка к диф. зачету                        | 3           | 3          |
| Промежуточная аттестация – диф. зачет (диф.з.)  | ДИФ.З. (2)  | ДИФ.З. (2) |
| Общая трудоемкость дисциплины                   |             |            |
| ак.ч.                                           | 144         | 144        |
| з.е.                                            | 4           | 4          |

#### 4 Содержание дисциплины

Дисциплина разбита на 8 тем:

- тема 1 (Программные комплексы для расчета зданий и сооружений);
- тема 2 (Основы теории метода конечных элементов);
- тема 3 (Компьютерная реализация моделей на примере ПК Лири);
- тема 4 (Идеализация геометрических характеристик, свойств материалов, нагрузок, конструктивных решений при построении компьютерных моделей);
- тема 5 (Задание жесткостных характеристик для различных типов конечных элементов);
- тема 6 (Виды и особенности задания нагрузок);
- тема 7 (Моделирование жизненного цикла конструкции или здания (система Монтаж));
- тема 8 (Обработка и анализ результатов расчета).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов представлены в таблица 2.

Таблица 2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                 | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий                                                                                                               | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | Программные комплексы для расчета зданий и сооружений. | Введение. Цели и задачи курса. Связь курса с другими дисциплинами. Требования, предъявляемые к программным комплексам для проектирования и расчета. Классификация программных комплексов. Взаимосвязь программных комплексов при проектировании (AutoCAD, Мономах, Лира). История развития программных комплексов на примере ПК «Лира». | 2                    | Взаимосвязь программных комплексов при проектировании (AutoCAD, Мономах, Лира).                                                         | 2                    | —                         | —                    |
| 2     | Основы теории метода конечных элементов.               | Основные положения метода конечных элементов. Номенклатура типов конечных элементов, их базисные функции и узловые неизвестные.                                                                                                                                                                                                         | 4                    | Номенклатура типов конечных элементов, их базисные функции и узловые неизвестные.                                                       | 4                    | —                         | —                    |
| 3     | Компьютерная реализация моделей на примере ПК Лира.    | Общая последовательность решения задач при компьютерном методе проектирования зданий и их конструктивных элементов. Принципы построения конечно-элементных моделей. Инструментарий ПК Лира для формирования расчетных схем (задание геометрии, связей). Импорт расчетных моделей из графических комплексов.                             | 6                    | Инструментарий ПК Лира для формирования расчетных схем (задание геометрии, связей). Импорт расчетных моделей из графических комплексов. | 6                    | —                         | —                    |



| №<br>п/п               | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины                                                                                          | Содержание лекционных занятий                                                                                                           | Трудоемкость<br>в ак.ч. | Темы практических<br>занятий                                                                                                  | Трудоемкость<br>в ак.ч. | Тема<br>лабораторных<br>занятий | Трудоемкость<br>в ак.ч. |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 4                      | Идеализация геометрических характеристик, свойств материалов, нагрузок, конструктивных решений при построении компьютерных моделей | Моделирование конструктивных решений узлов и стыков элементов. Абсолютно жесткие тела. Объединение перемещений в узлах.                 | 4                       | Моделирование конструктивных решений узлов и стыков элементов. Абсолютно жесткие тела. Объединение перемещений в узлах.       | 4                       | —                               | —                       |
| 5                      | Задание жесткостных характеристик для различных типов конечных элементов                                                           | Законы деформирования, принятые в ПК Лири. Особенности задания физически нелинейных жесткостей.                                         | 4                       | Особенности задания физически нелинейных жесткостей.                                                                          | 4                       | —                               | —                       |
| 6                      | Виды и особенности задания нагрузок.                                                                                               | Создание различных загрузок. Формирование таблиц расчетных сочетаний усилий. Коэффициенты сочетаний. Моделирование нелинейных загрузок. | 6                       | Создание загрузок. Формирование таблиц расчетных сочетаний усилий. Коэффициенты сочетаний. Моделирование нелинейных загрузок. | 6                       | —                               | —                       |
| 7                      | Моделирование жизненного цикла конструкции или здания (система Монтаж).                                                            | Процесс возведения и процесс нагружения. Учет характеристик грунта основания (система Грунт).                                           | 6                       | Процесс возведения и процесс нагружения. Учет характеристик грунта основания (система Грунт).                                 | 6                       | —                               | —                       |
| 8                      | Обработка и анализ результатов расчета.                                                                                            | Построение эпюр усилий и изополей напряжений для различных элементов. Определение перемещений узлов модели.                             | 4                       | Построение эпюр усилий и изополей напряжений для различных элементов. Определение перемещений узлов модели.                   | 4                       | —                               | —                       |
| Всего аудиторных часов |                                                                                                                                    |                                                                                                                                         | 36                      | 36                                                                                                                            |                         | —                               |                         |

## **5 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **5.1 Критерии оценивания**

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Всего по текущей работе аспирант может набрать 100 баллов, в том числе:

- устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 80 баллов;
- реферат – всего 20 баллов

Дифференцированный зачет проставляется автоматически, если аспирант набрал в течении курса не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Дифференцированный зачет по дисциплине «Компьютерные методы нелинейного расчета строительных конструкций» проводится по результатам работы за курс. В случае, если полученная сумма баллов не устраивает аспиранта, во время промежуточной аттестации аспирант имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Шкала оценивания знаний

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1-59                                          | Не зачтено/неудовлетворительно             |
| 60-73                                         | Зачтено/удовлетворительно                  |
| 74-89                                         | Зачтено/хорошо                             |
| 90-100                                        | Зачтено/отлично                            |

### **5.2 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание**

- 1) Основы теории метода конечных элементов.
- 2) Компьютерная реализация моделей на примере ПК Лири.
- 3) Законы деформирования, принятые в ПК Лири.
- 4) Моделирование жизненного цикла конструкции или здания (система Монтаж).
- 5) Учет характеристик грунта основания (система Грунт).



6) Обработка и анализ результатов расчета.

### **5.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

*Тема 1 Программные комплексы для расчета зданий и сооружений.*

- 1) Требования, предъявляемые к программным комплексам для проектирования и расчета.
- 2) Классификация программных комплексов.
- 3) Взаимосвязь программных комплексов при проектировании (AutoCAD, Мономах, Лира).
- 4) История развития программных комплексов на примере ПК «Лира».

*Тема 2 Основы теории метода конечных элементов.*

- 1) Основные положения метода конечных элементов.
- 2) Номенклатура типов конечных элементов, их базисные функции и узловые неизвестные.

*Тема 3 Компьютерная реализация моделей на примере ПК Лира.*

- 1) Общая последовательность решения задач при компьютерном методе проектирования зданий и их конструктивных элементов.
- 2) Принципы построения конечно-элементных моделей.
- 3) Инструментарий ПК Лира для формирования расчетных схем (задание геометрии, связей).
- 4) Импорт расчетных моделей из графических комплексов.

*Тема 4 Идеализация геометрических характеристик, свойств материалов, нагрузок, конструктивных решений при построении компьютерных моделей.*

- 1) Моделирование конструктивных решений узлов и стыков элементов.
- 2) Абсолютно жесткие тела.
- 3) Объединение перемещений в узлах.

*Тема 5 Задание жесткостных характеристик для различных типов конечных элементов.*

- 1) Законы деформирования, принятые в ПК Лира.
- 2) Особенности задания физически нелинейных жесткостей.

*Тема 6 Виды и особенности задания нагрузок.*

- 1) Создание различных загрузений.
- 2) Формирование таблиц расчетных сочетаний усилий.
- 3) Коэффициенты сочетаний.
- 4) Моделирование нелинейных загрузений.

*Тема 7 Моделирование жизненного цикла конструкции или здания (система Монтаж).*

- 1) Процесс возведения и процесс нагружения.
- 2) Учет характеристик грунта основания (система Грунт).

*Тема 8 Обработка и анализ результатов расчета.*

- 1) Построение эпюр усилий и изополей напряжений для различных элементов.

2) Определение перемещений узлов модели.

**5.4 Вопросы для подготовки к зачету и коллоквиуму**

- 1) Какие требования предъявляются к программным комплексам для проектирования и расчета?
- 2) Какова классификация программных комплексов?  
Какая взаимосвязь программных комплексов при проектировании (AutoCAD, Мономах, Лира)?
- 3) Какие основные положения метода конечных элементов?
- 4) Какая номенклатура типов конечных элементов, их базисные функции и узловые неизвестные?
- 5) Какова общая последовательность решения задач при компьютерном методе проектирования зданий и их конструктивных элементов?
- 6) Какие принципы построения конечно-элементных моделей?
- 7) Какой инструментарий ПК Лира для формирования расчетных схем (задание геометрии, связей)?
- 8) Как выполняется импорт расчетных моделей из графических комплексов?
- 9) Как выполняется моделирование конструктивных решений узлов и стыков элементов?
- 10) Как выполняется объединение перемещений в узлах?
- 11) Какие законы деформирования, приняты в ПК Лира?
- 12) Какие особенности задания физически нелинейных жесткостей?
- 13) Как выполняется создание различных нагружений?
- 14) Как выполняется формирование таблиц расчетных сочетаний усилий?
- 15) Как выполняется моделирование нелинейных нагружений?
- 16) Как выполняется процесс возведения и процесс нагружения?
- 17) Как выполняется учет характеристик грунта основания (система Грунт)?
- 18) Как выполняется построение эпюр усилий и изополей напряжений для различных элементов?
- 19) Как выполняется определение перемещений узлов модели?

**5.5 Примерная тематика курсовых работ**

Курсовые работы не предусмотрены.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Рекомендуемая литература**

#### ***Основная литература***

1. Барабаш, М. С. НЕЛИНЕЙНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА С ПК ЛИРА-САПР : учебное пособие / М. С. Барабаш, Н. Н. Сорока, Н. Г. Сурьянинов. - Москва : АСВ, 2023. - 236 с. - ISBN 978-5-4323-0322-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303226.html> (дата обращения: 26.08.3024). - Режим доступа : по подписке.

2. Барабаш, М. С. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДКИ В ПК ЛИРА-САПР : учебное пособие / Барабаш М. С., Ромашкина М. А. - Москва : АСВ, 2020. - 148 с. - ISBN 978-5-4323-0273-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302731.html> (дата обращения: 26.08.3024). - Режим доступа : по подписке.

#### ***Дополнительная литература***

1. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров - Москва : Издательство АСВ, 2009. - 360 с. - ISBN 978-5-93093-638-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936384.html> (дата обращения: 26.08.3024). - Режим доступа : по подписке.

2.

#### ***Нормативные ссылки***

1. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II.23-83\* [Текст]. – Введ. 2017-08-28. – 151 с. — URL: <https://steel-fabrication.ru/upload/iblock/08b/СП%2016.13330.2017%20изм1.pdf> (дата обращения: 26.08.3024).

2. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 [Текст]. – Введ. 2019-06-20. – М.: Стандартинформ, 2019. – 124 с. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293732/4293732352.pdf> (дата обращения: 26.08.3024).

3. 2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II.25-80 [Текст]. – Введ. 2017-08-28. – М., 2017. – 104 с. —

URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293744/4293744725.pdf> (дата обращения: 26.08.3024).

## **6.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education). — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

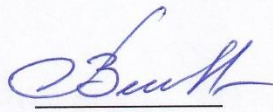
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

| Наименование оборудованных учебных кабинетов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Адрес<br>(местоположение)<br>учебных<br>кабинетов |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Специальные помещения:<br><i>Лаборатория неразрушающего контроля (24 посадочных мест),</i><br>оборудованная<br>Раздаточный материал<br>Экран – 1 шт.<br>Микроскоп МБС-9 – 1 шт.<br>Прибор импульсный – 1 шт.<br>Копер маятниковый – 1 шт.<br>Испытательная машина ИПМ – 1 шт.<br>Устройство для контроля марки бетона ТМ-2 – 2 шт.<br>Макет промышленной колонны – 2 шт. | ауд. <u>134</u> корп.<br><u>лабораторный</u>      |

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Разработал  
доцент кафедры  
строительства и архитектуры  
(должность)

  
(подпись)

В. В. Псюк  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой  
строительства и архитектуры

  
(подпись)

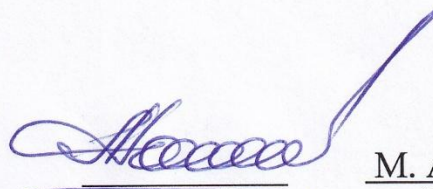
В. В. Псюк  
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры  
строительства и архитектуры

от «27» 08 2024 г.

Согласовано

Заведующий аспирантурой

  
(подпись)

М. А. Филатов  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-  
методического центра

  
(подпись)

О. А. Коваленко  
(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

|                                                                                 |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений |                           |
| ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:                                                          | ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: |
| Основание:                                                                      |                           |
| Подпись лица, ответственного за внесение изменений                              |                           |