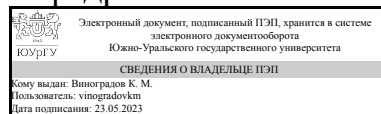


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



К. М. Виноградов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.08 Численные методы расчета строительных конструкций  
для направления 08.03.01 Строительство

уровень Бакалавриат

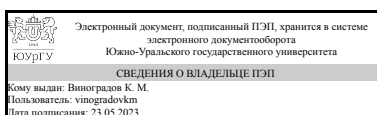
профиль подготовки Промышленное и гражданское строительство

форма обучения очно-заочная

кафедра-разработчик Техника, технологии и строительство

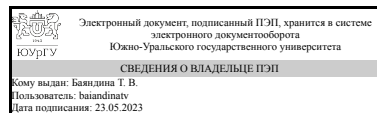
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Т. В. Баяндина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов знаний в области численных методов расчета сложных стержневых систем, пластин, оболочек и трехмерных тел: метода конечных элементов, конечных разностей и вариационных методов. задачи: сформировать у студентов практические навыки расчета сооружений в программных комплексах при различных воздействиях, необходимые для обучения и в последующей профессиональной деятельности.

## Краткое содержание дисциплины

Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Задача на собственные значения. Метод конечных разностей и его использование для расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость. -Вариационные методы метод (Ритца-Тимошенко, Бубнова-Галёркина). Основы метода конечных элементов и его реализация в программных комплексах для расчёта строительных конструкций.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-12 Способен применять средства автоматизированного проектирования | Знает: базовые математические зависимости, основные положения математического анализа и моделирования строительных конструкций посредством вычислительного аппарата высшей математики; основы физического и математического (компьютерного) моделирования<br>Умеет: производить расчёт элементов строительных конструкций с применением принципов и методов строительной механики; использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы, системы автоматизированного проектирования, стандартные пакеты автоматизации исследований<br>Имеет практический опыт: в использовании способов алгоритмизации технических задач, базовых основ языков программирования на компьютере и методов автоматизированных расчётов строительных конструкций на базе пакетов прикладных программ, навыков применения методов вычислительной математики для решения задач строительства на ЭВМ |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Программные комплексы проектирования                          | Не предусмотрены                            |

|                                                                                                                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| зданий,<br>Цифровые методы обработки геодезических работ,<br>Автоматизированные системы разработки проектной документации,<br>Производственная практика (ориентированная, цифровая) (3 семестр) |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                                   | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цифровые методы обработки геодезических работ                | Знает: общую классификацию геоинформационных программных комплексов; основные современные виды геодезического и картографического программного обеспечения; возможные направления использования ГИС в качестве источников открытой к использованию информации. Умеет: осуществлять основные виды геодезических измерений с использованием электронных тахеометров, геодезических спутниковых приемников, лазерных дальномеров в области строительства. Имеет практический опыт: в обработке данных геодезических измерений с использованием общего универсального и специального инструментального программного обеспечения; выполнять отдельные виды имитационного моделирования средствами ГИС-программных пакетов. |
| Программные комплексы проектирования зданий                  | Знает: методы расчета и моделирования зданий и сооружений, методы расчета и моделирования зданий и сооружений, Умеет: использовать ANSYS для проектирования и моделирования зданий и сооружений, анализировать результаты расчета , использовать ANSYS для проектирования и моделирования зданий и сооружений, анализировать результаты расчета Имеет практический опыт: в умении вести расчеты элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость , в расчетах элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость                                                                                                                                                      |
| Автоматизированные системы разработки проектной документации | Знает: нормативные документы связанные с разработкой проектной документации; нормы ЕСКД; правила выполнения архитектурных и строительных чертежей; состав проектной документации; состав рабочей документации; приблизительный перечень чертежей, входящих в комплекты АР и КР Умеет: выполнять чертежи относящиеся к рабочей и проектной документации с использованием современных методов компьютерного формирования; выполнять чертежи узлов и конструкций в среде                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | AutoCAD Имеет практический опыт: необходимый для выполнения чертежей различного назначения с учетом требований инженерной грамотности и высокого качества графического оформления средствами автоматизированного проектирования по работе в среде проектирования AutoCAD; в использовании нормативной и технической литературой в процессе проектирования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Производственная практика (ориентированная, цифровая) (3 семестр) | Знает: нормативные документы связанные с разработкой проектной документации; нормы ЕСКД; правила выполнения архитектурных и строительных чертежей, основные требования, предъявляемые к программным комплексам в строительстве; Умеет: выполнять чертежи относящиеся к рабочей и проектной документации с использованием современных методов компьютерного формирования; выполнять чертежи узлов и конструкций в среде AutoCAD, распознавать основные программные комплексы в строительстве, определять наиболее рациональную область применения программного комплекса Имеет практический опыт: необходимый для выполнения чертежей различного назначения с учетом требований инженерной грамотности и высокого качества графического оформления средствами автоматизированного проектирования по работе в среде проектирования AutoCAD; в использовании нормативной и технической литературой в процессе проектирования, в работе с различными чертежными программами (CAD) |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 20,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 16          | 16                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 8           | 8                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 8           | 8                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 51,75       | 51,75                              |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 21,75       | 21.75                              |
| Выполнение РГР                                                             | 30          | 30                                 |

|                                          |      |       |
|------------------------------------------|------|-------|
| Консультации и промежуточная аттестация  | 4,25 | 4,25  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -    | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                                                                         | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                                                                          | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение в дисциплину. Операции с матрицами. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Расчет статистически определимой фермы. Итерационные методы               | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Метод конечных разностей. Определение внутренних усилий и перемещений                                                                                                    | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 3         | Расчет на устойчивость методом конечных разностей. Вариационные методы. Метод Ритца. Расчет на устойчивость по методу Ритца. Метод Бубнова-Галеркина. Матрица жесткости. | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 4         | Расчет стержневых систем методом конечных элементов (МКЭ). Основные этапы МКЭ.                                                                                           | 10                                        | 2 | 8  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                   | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение в предмет. Матрицы. Основные понятия и определения. Операции над матрицами. Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые методы решения СЛАУ. Расчет статистически определимой фермы. Обращение матриц. Итерационные методы. | 2            |
| 2        | 2         | Метод конечных разностей (МКР), МКР в задаче изгиба стержня постоянного сечения. Расчет стержней переменной жесткости. Определение внутренних усилий. Учет промежуточных опор.                                                                            | 2            |
| 3        | 3         | Решение задач устойчивости МКР. Вариационные методы. Метод Ритца. Выбор координатных функций. Устойчивость стержней. Метод Бубнова-Галеркина. Вывод матрицы жесткости на основании вариационного принципа Лагранжа.                                       | 2            |
| 4        | 4         | Расчет стержневых систем. Расчет системы с растянутыми (сжатыми) элементами. Матрица направляющих косинусов. Формирование системы уравнений МКЭ. Определение внутренних усилий. Основные этапы расчета по МКЭ.                                            | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 4         | Общие сведения о программных комплексах SCAD, Лира                  | 2            |
| 2         | 4         | Построение эпюры изгибающих моментов и поперечных сил               | 2            |
| 3         | 4         | Определение усилия в стержнях и перемещения узлов                   | 4            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                     |                                                                                                                                |         |              |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                         | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                     | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к практическим занятиям | ПЭУМЛ: п.3, Лекция 1, с.4-10, Лекция 2, с.10-13, Лекция 3, с.13- 17, Лекция 4, с.17-19, Лекция 5, с.19.23, Лекция 6 - с.23-37. | 7       | 21,75        |
| Выполнение РГР                     | ПЭУМЛ: п.2, Раздел 1, с.10-100                                                                                                 | 7       | 30           |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес  | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | РГР                               | 0,3  | 10         | <p>Расчетная и графическая части выполнены верно - 10 баллов.</p> <p>Расчетная часть и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов.</p> <p>Расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания - 6 баллов.</p> <p>В расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный - 4 баллы.</p> <p>В расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен - 2 балла.</p> <p>Работа не представлена или содержит грубые ошибки - 0 баллов.</p> | зачет            |
| 2    | 7        | Текущий контроль | РГР № 2                           | 0,25 | 10         | <p>Расчетная и графическая части выполнены верно - 10 баллов.</p> <p>Расчетная часть и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов.</p> <p>Расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания - 6 баллов.</p> <p>В расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный - 4 баллы.</p>                                                                                                                                                                        | зачет            |

|   |   |                          |                |      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|---|---|--------------------------|----------------|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                |      |    | В расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен - 2 балла.<br>Работа не представлена или содержит грубые ошибки - 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| 3 | 7 | Текущий контроль         | РГР № 3        | 0,45 | 10 | Расчетная и графическая части выполнены верно - 10 баллов.<br>Расчетная часть и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов.<br>Расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания - 6 баллов.<br>В расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный - 4 баллы.<br>В расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен - 2 балла.<br>Работа не представлена или содержит грубые ошибки - 0 баллов. | зачет |
| 4 | 7 | Промежуточная аттестация | Решение задачи | -    | 10 | Расчетная и графическая части выполнены верно - 10 баллов.<br>Расчетная часть и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 8 баллов.<br>Расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания - 6 баллов.<br>В расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный - 4 баллы.<br>В расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен - 2 балла.<br>Работа не представлена или содержит грубые ошибки - 0 баллов. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179) | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | №<br>КМ |   |   |   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1       | 2 | 3 | 4 |
| ПК-12       | Знает: базовые математические зависимости, основные положения математического анализа и моделирования строительных конструкций посредством вычислительного аппарата высшей математики; основы физического и математического (компьютерного) моделирования                                                                               | +       | + | + | + |
| ПК-12       | Умеет: производить расчёт элементов строительных конструкций с применением принципов и методов строительной механики; использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы, системы автоматизированного проектирования, стандартные пакеты автоматизации исследований                                    | +       | + | + | + |
| ПК-12       | Имеет практический опыт: в использовании способов алгоритмизации технических задач, базовых основ языков программирования на компьютере и методов автоматизированных расчётов строительных конструкций на базе пакетов прикладных программ, навыков применения методов вычислительной математики для решения задач строительства на ЭВМ | +       | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Булгаков, В. И. Численные методы в расчетах строительных конструкций : учебно-методическое пособие / В. И. Булгаков. — Тольятти : ТГУ, 2014. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139816> (дата обращения: 29.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Булгаков, В. И. Численные методы в расчетах строительных конструкций : учебно-методическое пособие / В. И. Булгаков. — Тольятти : ТГУ, 2014. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139816> (дата обращения: 29.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной | Библиографическое описание |
|---|----------------|------------------------------------|----------------------------|
|---|----------------|------------------------------------|----------------------------|

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           | форме                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Булгаков, В. И. Численные методы в расчетах строительных конструкций : учебно-методическое пособие / В. И. Булгаков. — Тольятти : ТГУ, 2014. — 50 с. — Текст : электронный <a href="https://e.lanbook.com/book/139816">https://e.lanbook.com/book/139816</a>                                                                                                           |
| 2 | Основная литература       | Образовательная платформа Юрайт                   | Тухфатуллин, Б. А. Численные методы расчета строительных конструкций. Метод конечных элементов : учебное пособие для вузов / Б. А. Тухфатуллин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08899-1. — Текст : электронный <a href="http://urait.ru/bcode/474823">http://urait.ru/bcode/474823</a> |
| 3 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Численные методы расчета строительных конструкций Текст конспект лекций для студентов дистанц. формы обучения Е. М. Уфимцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. пр-во и теория сооружений ; ЮУрГУ. -2017. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000552893">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000552893</a>              |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Лира. ACADEMIC (бессрочно)
2. -ЛИРА 9.4 PRO(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары |        | Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»;<br>Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ);<br>Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт. |
| Лекции                          |        | Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»;<br>Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ);<br>Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт. |