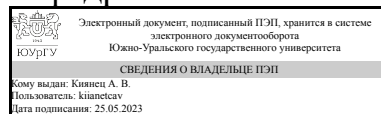


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



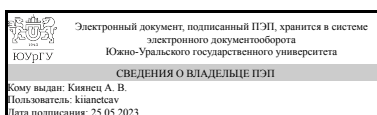
А. В. Киянец

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.23.01 Оптимизация конструктивных решений  
для направления 08.03.01 Строительство  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Промышленное и гражданское строительство  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Строительное производство и теория сооружений

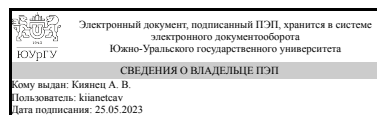
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

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



А. В. Киянец

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



А. В. Киянец

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование системы естественнонаучных знаний, умений и навыков, необходимых для принятия и оценки оптимальных параметров, а также регулирования усилий в строительных конструкциях.

## Краткое содержание дисциплины

Простейшие задачи оптимального проектирования. Регулирование усилий и перемещений. Некоторые задачи, связанные с поиском экстремума функции. Приложение классического вариационного исчисления к задачам оптимизации. Основы линейного программирования и его приложение к задачам оптимизации. Понятие о нелинейном и динамическом программировании.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                              | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 Способен проводить технико-экономическую оценку зданий (сооружений) промышленного и гражданского назначения | Знает: основные методы оптимизации строительных конструкций и конструктивных решений<br>Умеет: разрабатывать оптимальные конструктивные решения строительных конструкций<br>Имеет практический опыт: в применении методик оптимизации строительных конструкций с учетом изменения конструкционных и топологических параметров |
| ПК-13 Способен разрабатывать расчетные схемы зданий и строительных конструкций                                   | Знает: основные методы оптимизации строительных конструкций<br>Умеет: разрабатывать оптимизационные задачи при проектировании строительных конструкций<br>Имеет практический опыт: в расчетах и оценке состояния строительных конструкций с учетом изменения конструкционных и топологических параметров                      |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Строительная механика                                         | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина            | Требования                                                                                                            |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Строительная механика | Знает: основные понятия, законы, методы механики деформируемого тела; основные понятия линейно-деформируемых систем и |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>методы расчёта стержневых систем Умеет: применять методы математики, сопротивления материалов и строительной механики при расчете зданий, сооружений и отдельных конструкций; составлять расчётную схему конструкции, выбирать метод расчёта статически неопределимой системы и выполнять расчёт зданий, сооружений и отдельных конструкций, используя отечественный и зарубежный опыт Имеет практический опыт: в разработке рациональных методов определения усилий и перемещений в сооружениях, методов расчёта статически определимых и статически неопределимых стержневых систем на прочность, жёсткость и устойчивость; в установлении наивыгоднейших форм сооружений, удовлетворяющих требованиям экономичности</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 8                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 36          | 36                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 12          | 12                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24          | 24                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 31,75       | 31,75                              |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 3,75        | 3,75                               |
| Подготовка к зачету                                                        | 8           | 8                                  |
| Решение задач                                                              | 20          | 20                                 |
| 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         | Простейшие задачи оптимального проектирования     | 4                                         | 0 | 4  | 0  |
| 2         | Регулирование усилий и перемещений                | 4                                         | 0 | 4  | 0  |
| 3         | Задачи, связанные с поиском экстремума функции    | 2                                         | 0 | 2  | 0  |
| 4         | Приложения классического вариационного исчисления | 8                                         | 4 | 4  | 0  |

|   |                                                    |    |   |   |   |
|---|----------------------------------------------------|----|---|---|---|
| 5 | Основы линейного программирования и его приложения | 10 | 4 | 6 | 0 |
| 6 | Понятие о нелинейном программировании              | 4  | 2 | 2 | 0 |
| 7 | Понятие о динамическом программировании            | 4  | 2 | 2 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                              | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 4         | Понятие вариации функции, функционала и вариации функционала. Задача вариационного исчисления. Условия экстремума функционала. Условный экстремум функционала, функция Лагранжа.     | 2            |
| 2        | 4         | Некоторые приближенные методы решения классических вариационных задач (метод Рунге, вариационно-разностный метод, метод конечных элементов и др.)                                    | 2            |
| 3        | 5         | Оптимальное проектирование конструкций, как задача математического программирования. Задача линейного программирования. Жордановы исключения. Модифицированные жордановы исключения. | 2            |
| 4        | 5         | Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Алгоритмы отыскания опорного и оптимального решения.                                                                       | 2            |
| 5        | 6         | Задача нелинейного программирования. Разновидности задачи. Процедура решения задач.                                                                                                  | 2            |
| 6        | 7         | Задача динамического программирования. Метод решения.                                                                                                                                | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                                                                                                     | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Равнонапряженный сжатый стержень. Кольцо - оптимальная форма сечения при кручении.                                                                                                                                                                                                                                                      | 2            |
| 2         | 1         | Рациональные типы сечения балок. Понятие о балках равного сопротивления.                                                                                                                                                                                                                                                                | 2            |
| 3         | 2         | Регулирование усилий изменением схемы. Оптимизация эпюры моментов. Оптимизация сечения.                                                                                                                                                                                                                                                 | 2            |
| 4         | 2         | Регулирование усилий смещением опор. Регулирование перемещений подбором жесткостей.                                                                                                                                                                                                                                                     | 2            |
| 5         | 3         | Пример минимизации стоимости конструкции (задача о безусловном минимуме функции одного перемещения). Раскрытие статической неопределимости. Задача о минимуме потенциальной энергии деформации (поиск безусловного минимума функции двух переменных). Пример минимизации объема стержневой системы (условный минимум, функция Лагранжа) | 2            |
| 6         | 4         | Задача о критическом значении силы, сжимающей стержень, как вариационная задача о безусловном минимуме потенциальной энергии системы. Условный экстремум функционала. Пример минимизации объема балки при условии жесткости.                                                                                                            | 2            |
| 7         | 4         | Метод Рунге. Пример расчета изгибаемой пластинки. Вариационно-разностный метод. Расчетные уравнения для балки на упругом основании. Пример регулирования реактивного давления.                                                                                                                                                          | 2            |
| 8         | 5         | Аналитический расчет несущей способности стержневой системы. Расчет несущей способности плоской рамы кинематическим методом теории                                                                                                                                                                                                      | 2            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |
|----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | предельного равновесия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |
| 9  | 5 | Пример оптимального распределения знаков                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
| 10 | 5 | Транспортная задача                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 11 | 6 | Пример минимизации объема фермы. Характеристика напряженно-деформированного состояния. Система условий задачи в пространстве площадей. Геометрическая характеристика целевой функции и области допустимых решений. Система условий задачи в пространстве напряжений. Процедура решения задачи. Варианты конструкций минимального объема. | 2 |
| 12 | 7 | Пример выбора транспортной магистрали с минимизацией расходов                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 |

### 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 | Основная литература: источники 1-3.<br>Дополнительная литература: источник 1. | 8       | 3,75         |
| Подготовка к зачету                | Основная литература: источники 1-3.<br>Дополнительная литература: источник 1. | 8       | 8            |
| Решение задач                      | Методические пособия для самостоятельной подготовки студентов: источники 1,2. | 8       | 20           |

## 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    | 8        | Текущий контроль | Контрольная работа по разделу 1   | 1   | 10         | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС. | зачет            |
| 2    | 8        | Текущий контроль | Контрольная работа по разделу 2   | 1   | 10         | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС. | зачет            |

|   |   |                          |                                 |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|---|---|--------------------------|---------------------------------|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3 | 8 | Текущий контроль         | Контрольная работа по разделу 3 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |
| 4 | 8 | Текущий контроль         | Контрольная работа по разделу 4 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |
| 5 | 8 | Текущий контроль         | Контрольная работа по разделу 5 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |
| 6 | 8 | Текущий контроль         | Контрольная работа по разделу 6 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |
| 7 | 8 | Текущий контроль         | Контрольная работа по разделу 7 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |
| 8 | 8 | Промежуточная аттестация | Зачет                           | - | 30 | 30...27 баллов - Полные правильные ответы на вопросы и правильное решение задач. 26...21 балла - Неполные, но правильные ответы на вопросы и правильное решение задач, либо полные правильные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах. 20...15 - Неполные, но правильные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах, либо полные правильные ответы на вопросы и неверно решенные задачи. 15...0 - Неверные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                 | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Письменный зачет (1 теоретический вопрос и 1 задача) | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                  | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                      | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ПК-5        | Знает: основные методы оптимизации строительных конструкций и конструктивных решений | +    | + | + | + |   |   |   | + |
| ПК-5        | Умеет: разрабатывать оптимальные конструктивные решения строительных конструкций     | +    | + | + | + |   |   |   | + |
| ПК-5        | Имеет практический опыт: в применении методик оптимизации                            | +    | + | + | + |   |   |   | + |



Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simploter, Designer, PowerArtist, RedHawk)(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 | 604 (1) | Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D, мультимедийная система: Колонки JetBalanceJB-3812x30Вт-2шт, микрофон SHURE C606-N-динамический с выкл.и кабелем, мультимедийный информационный комплекс: документ-камера ASER Video CP300, монитор ASER 19», специализированный рабочий стол преподавателя, пульт управления видеокоммутатором, принтер лазерный HP6L, Microsoft-Windows(бессрочно) |
| Лекции                          | 604 (1) | Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D, мультимедийная система: Колонки JetBalanceJB-3812x30Вт-2шт, микрофон SHURE C606-N-динамический с выкл.и кабелем, мультимедийный информационный комплекс: документ-камера ASER Video CP300, монитор ASER 19», специализированный рабочий стол преподавателя, пульт управления видеокоммутатором, принтер лазерный HP6L, Microsoft-Windows(бессрочно) |