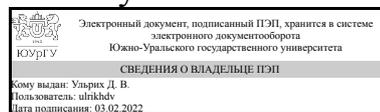


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Архитектурно-строительный  
институт



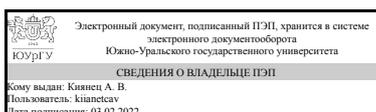
Д. В. Ульрих

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П2.23.01 Оптимизация распределения усилий в строительных конструкциях  
**для направления** 08.03.01 Строительство  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Промышленное и гражданское строительство  
**форма обучения** очно-заочная  
**кафедра-разработчик** Строительное производство и теория сооружений

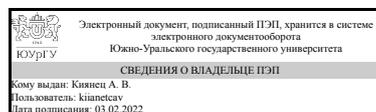
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

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



А. В. Киянец

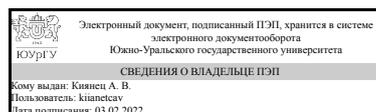
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



А. В. Киянец

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



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, а также регулирование усилий<br>Умеет: разрабатывать оптимизационные задачи при проектировании строительных конструкций<br>Имеет практический опыт: в применении методик расчета и оценки напряженно-деформированного состояния строительных конструкций с учетом изменения конструкционных и топологических параметров |
| ПК-9 Способен разрабатывать расчетные схемы зданий и строительных конструкций                                    | Знает: основные методы оптимизации строительных конструкций, а также регулирование усилий<br>Умеет: разрабатывать оптимизационные задачи при проектировании строительных конструкций<br>Имеет практический опыт: в расчетах и оценки напряженно-деформированного 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 |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>понятия линейно-деформируемых систем и 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., 36,25 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>   | 32          | 32                                 |  |
| Лекции (Л)   | 16          | 16                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 35,75       | 35,75                              |  |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |  |
| Решение задач  | 20          | 20                                 |  |
| Подготовка к практическим занятиям   | 7,75        | 7.75                               |  |
| Подготовка к зачету  | 8           | 8                                  |  |
| 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            | 2   | 0 | 2  | 0  |

|   |  |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
| 3 | Задачи, связанные с поиском экстремума функции     | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 4 | Приложения классического вариационного исчисления  | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 5 | Основы линейного программирования и его приложения | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 6 | Понятие о нелинейном программировании              | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 7 | Понятие о динамическом программировании            | 6 | 4 | 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.  | 4            |
| 6        | 7         | Задача динамического программирования. Метод решения.  | 4            |

## 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            |
| 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            |
| 8         | 5         | Аналитический расчет несущей способности стержневой системы. Расчет несущей способности плоской рамы кинематическим методом теории предельного равновесия.  | 2            |
| 11        | 6         | Пример минимизации объема фермы. Характеристика напряженно-   | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | 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. |   |
| 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 |
| Решение задач                      | Методические пособия для самостоятельной подготовки студентов: источники 1,2. | 7       | 20           |
| Подготовка к практическим занятиям | Основная литература: источники 1-3.<br>Дополнительная литература: источник 1. | 7       | 7,75         |
| Подготовка к зачету                | Основная литература: источники 1-3.<br>Дополнительная литература: источник 1. | 7       | 8            |

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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 | 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    | 7        | 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    | 7        | 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    | 7        | Текущий          | Контрольная                       | 1   | 10         | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8  | зачет            |

|   |   |                          |                                 |   |    |   |       |
|---|---|--------------------------|---------------------------------|---|----|---|-------|
|   |   | контроль                 | работа по разделу 4             |   |    | баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.  |       |
| 5 | 7 | 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 | 7 | 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 | 7 | 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 | 7 | Промежуточная аттестация | Зачет                           | - | 30 | 30...27 баллов - Полные правильные ответы на вопросы и правильное решение задач.<br>26...21 балла - Неполные, но правильные ответы на вопросы и правильное решение задач, либо полные правильные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах.<br>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. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|             |  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |   |
| ПК-5        | Знает: основные методы оптимизации строительных конструкций, а также регулирование усилий  | +    | + | + | + |   |   |   | + |   |   |
| ПК-5        | Умеет: разрабатывать оптимизационные задачи при проектировании строительных конструкций  | +    | + | + | + |   |   |   | + |   |   |
| ПК-5        | Имеет практический опыт: в применении методик расчета и оценки напряженно-деформированного состояния строительных конструкций с учетом изменения конструкционных и топологических параметров | +    | + | + | + |   |   |   | + |   |   |
| ПК-9        | Знает: основные методы оптимизации строительных конструкций, а также регулирование усилий  |      |   |   |   |   |   | + | + | + | + |
| ПК-9        | Умеет: разрабатывать оптимизационные задачи при проектировании строительных конструкций  |      |   |   |   |   |   | + | + | + | + |

|      |   |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|
| ПК-9 | Имеет практический опыт: в расчетах и оценки напряженно-деформированного состояния строительных конструкций с учетом изменения конструкционных и топологических параметров. |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Дарков, А. В. Строительная механика Учеб. для строит. специальностей вузов А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 607 с. ил.
2. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах Текст Ч. 2 Статически неопределимые системы учебное пособие для вузов по строит. специальностям : в 3 ч. Н. Н. Анохин. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. - 463, [1] с. ил.
3. Икрин, В. А. Некоторые задачи и методы оптимального проектирования Учеб. пособие для архитектур.-строит. фак. В. А. Икрин; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. механика; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. механика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 71 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах [Текст] Ч. 1 Статически определимые системы учеб. пособие для вузов по строит. специальностям : в 3 ч. Н. Н. Анохин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. - 334 с. ил.

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

1. Строительная механика и расчет сооружений
2. Промышленное и гражданское строительство
3. Известия высших учебных заведений. Строительство

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

1. Расчет статически неопределимых рам с учетом пластических зон методом перемещений: методические указания / Сост. А.Н. Потапов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 55 с.

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

1. Расчет статически неопределимых рам с учетом пластических зон методом перемещений: методические указания / Сост. А.Н. Потапов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 55 с.

### Электронная учебно-методическая документация

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, Simpler, 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) |