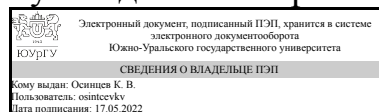


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



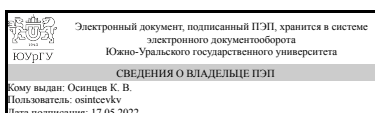
К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Методы обработки экспериментальных и аналитических данных тепловых устройств  
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

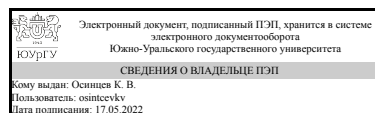
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

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



К. В. Осинцев

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



К. В. Осинцев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели: В результате освоения дисциплины бакалавр должен получить знания по основным положениям теории подобия и размерностей как научной основы для проведения теплофизических экспериментов. Задачи: - изучить основы теории размерностей и теории подобия тепловых и гидродинамических процессов; - изучить основные приемы и методы физического моделирования тепломассообменных процессов в теплоэнергетических установках; - сформировать навыки использования методов теории подобия и теории размерностей при экспериментальном исследовании гидродинамики и тепломассообмена в лабораторных и промышленных условиях.

## Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основные положения теории подобия и размерностей как научной основы для проведения теплофизических экспериментов  
Раздел 2. Методы экспериментального исследования процессов тепломассообмена и гидродинамики  
Раздел 3. Методы экспериментального исследования теплофизических свойств теплоносителей и рабочих тел теплоэнергетических установок  
Раздел 4. Методы экспериментального исследования радиационного теплообмена  
Раздел 5. Методы проведения теплотехнических испытаний установок промышленной теплоэнергетики в производственных условиях  
Раздел 6. Методы проведения экспериментов на натурных объектах теплоэнергетики  
Раздел 7. Обработка результатов измерений  
Раздел 8. Построение графиков зависимостей основных величин

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | Знает: способы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты<br>Умеет: применять методы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты в теплотехнических установках и системах<br>Имеет практический опыт: в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана   | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| ФД.03 Методы повышения эффективности теплопередачи,<br>1.О.19 Гидрогазодинамика,<br>1.О.18 Теоретические основы тепломассообмена,<br>ФД.04 Основы нейросетевой алгоритмизации | Не предусмотрены                            |

|  |  |
|--|--|
| тепловых процессов,<br>ФД.01 Методы интенсификации<br>тепломассообменных процессов,<br>Учебная практика, ознакомительная практика (2<br>семестр) |  |
|--|--|

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

| Дисциплина  | Требования  |
|---|---|
| 1.О.18 Теоретические основы теплообмена                     | Знает: способы повышения интенсификации теплообмена Умеет: рассчитывать количество передаваемой теплоты Имеет практический опыт: в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах                            |
| 1.О.19 Гидрогазодинамика                                    | Знает: основные уравнения течения жидкостей и газов Умеет: рассчитывать гидравлические потери Имеет практический опыт: расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования  |
| ФД.01 Методы интенсификации теплообменных процессов         | Знает: способы повышения интенсификации теплообмена Умеет: рассчитывать количество передаваемой теплоты Имеет практический опыт: в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах                            |
| ФД.04 Основы нейросетевой алгоритмизации тепловых процессов | Знает: основы построения нейросетевых алгоритмов Умеет: рассчитывать оптимальные варианты построения нейросетей Имеет практический опыт: по использованию нейросетей  |
| ФД.03 Методы повышения эффективности теплопередачи          | Знает: основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах Умеет: рассчитывать коэффициенты теплопередачи Имеет практический опыт: расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи |
| Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)      | Знает: основное и вспомогательное оборудование отопительных котельных Умеет: работать с принципиальными тепловыми схемами котельных Имеет практический опыт: в работе с технической документацией   |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 12,25 ч. контактной работы

|                    |       |                            |
|--------------------|-------|----------------------------|
| Вид учебной работы | Всего | Распределение по семестрам |
|--------------------|-------|----------------------------|

|  | часов | в часах        |  |
|--|-------|----------------|--|
|  |       | Номер семестра |  |
|  |       | 8              |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 72    | 72             |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 8     | 8              |  |
| Лекции (Л)   | 4     | 4              |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 4     | 4              |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0     | 0              |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 59,75 | 59,75          |  |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0     |                |  |
| Контрольное мероприятие №5   | 9,25  | 9.25           |  |
| Контрольное мероприятие №1   | 10,5  | 10.5           |  |
| Контрольное мероприятие №4   | 10,25 | 10.25          |  |
| Контрольное мероприятие №3   | 9,25  | 9.25           |  |
| Контрольное мероприятие №2   | 10,25 | 10.25          |  |
| Подготовка к контрольному мероприятию №6                                   | 10,25 | 10.25          |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25  | 4,25           |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -     | диф.зачет      |  |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основные положения теории подобия и размерностей как научной основы для проведения теплофизических экспериментов | 4   | 2 | 2  | 0  |
| 2         | Методы экспериментального исследования процессов тепломассообмена и гидродинамики                                | 4   | 2 | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Основные положения теории подобия и размерностей как научной основы для проведения теплофизических экспериментов | 2            |
| 2        | 2         | Методы экспериментального исследования процессов тепломассообмена и гидродинамики                                | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Основные положения теории подобия и размерностей как научной основы для проведения теплофизических экспериментов | 2            |
| 2         | 2         | Методы экспериментального исследования процессов тепломассообмена и гидродинамики                                | 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 |
| Контрольное мероприятие №5               | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. | 8       | 9,25         |
| Контрольное мероприятие №1               | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. | 8       | 10,5         |
| Контрольное мероприятие №4               | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. | 8       | 10,25        |
| Контрольное мероприятие №3               | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. | 8       | 9,25         |
| Контрольное мероприятие №2               | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. | 8       | 10,25        |
| Подготовка к контрольному мероприятию №6 | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. | 8       | 10,25        |

### 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 | Контрольное мероприятие №1        | 1   | 6          | Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                            |   |   |   |                          |
|---|---|------------------|----------------------------|---|---|---|--------------------------|
|   |   |                  |                            |   | <p>контрольных вопросов.<br/>         Время, отведенное на опрос -15 минут<br/>         При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)<br/>         Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.<br/>         Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.<br/>         Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br/>         Максимальное количество баллов – 6.<br/>         Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> |   |                          |
| 2 | 8 | Текущий контроль | Контрольное мероприятие №2 | 1 | 6   | <p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.<br/>         Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.<br/>         Время, отведенное на опрос -15 минут<br/>         При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)<br/>         Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.<br/>         Частично правильный</p> | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                            |   |   |   |                          |
|---|---|------------------|----------------------------|---|---|---|--------------------------|
|   |   |                  |                            |   |   | ответ соответствует 1 баллу.<br>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 6.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.   |                          |
| 3 | 8 | Текущий контроль | Контрольное мероприятие №3 | 1 | 6 | <p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос -15 минут</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 6.<br/>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> | дифференцированный зачет |
| 4 | 8 | Текущий контроль | Контрольное мероприятие №4 | 1 | 6 | <p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос -15 минут</p>   | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                            |   |  |  |                          |
|---|---|------------------|----------------------------|---|--|--|--------------------------|
|   |   |                  |                            |   | <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 6.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> |  |                          |
| 5 | 8 | Текущий контроль | Контрольное мероприятие №5 | 1 | 6  | <p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.</p> <p>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос -15 минут</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос</p> | дифференцированный зачет |



|   |   |                          |                          |   |    |   |                          |
|---|---|--------------------------|--------------------------|---|----|---|--------------------------|
|   |   |                          |                          |   |    | соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 6.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.  |                          |
| 6 | 8 | Промежуточная аттестация | дифференцированный зачет | - | 20 | Контрольное мероприятие промежуточной аттестации является обязательным и проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)<br>Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу.<br>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 20. | дифференцированный зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| дифференцированный зачет     | Дифференцированный зачет проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. |  |
|--|--|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |   |   |   |   |
|-------------|--|------|---|---|---|---|---|
|             |  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ОПК-3       | Знает: способы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты  | +    | + | + |   |   |   |
| ОПК-3       | Умеет: применять методы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты в теплотехнических установках и системах    | +    |   | + |   | + | + |
| ОПК-3       | Имеет практический опыт: в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах | +    |   | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Кощев, А. А. Прикладные методы обработки данных [Текст] учеб. пособие А. А. Кощев, Е. А. Алешин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 107, [1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Кузьмичев, Д. А. Автоматизация экспериментальных исследований Текст учеб. пособие для вузов Д. А. Кузьмичев, И. А. Радкевич, А. Д. Смирнов. - М.: Наука, 1983. - 391 с. ил.

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

1. Теплоэнергетика, подшивка журналов за 2012-2016 г.г.
2. Промышленная энергетика, подшивка журналов за 2012-2016 г.г.

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

1. Шашкин В.Ю., Торопов Е.В. Основы физического имитационного моделирования, Изд-во ЮУрГУ, 2004 г.

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

1. Шашкин В.Ю., Торопов Е.В. Основы физического имитационного моделирования, Изд-во ЮУрГУ, 2004 г.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                           |
|---|----------------|--|--|
| 1 | Основная       | Электронно-                              | Шкуратник, В.Л. Измерения в физическом эксперименте. |

|   |                     |   |   |
|---|---------------------|---|---|
|   | литература          | библиотечная система издательства Лань            | [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 335 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/3471?category=1992">https://e.lanbook.com/book/3471?category=1992</a>   |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 384 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/3471?category=1999">https://e.lanbook.com/book/3471?category=1999</a> |

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, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий          | № ауд.       | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|----------------------|--------------|--|
| Лабораторные занятия | 277-2<br>(1) | стенды физического моделирования теплотехнических процессов  |