**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 04.06.2023

С. Д. Ваулин

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.С0.10.01 Теория теплофизического эксперимента
**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
**уровень** Специалитет
**специализация** Проектирование жидкостных ракетных двигателей
**форма обучения** очная
**кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 04.06.2023

С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Кириллов В. В.
Пользователь: kirillovvv
Дата подписания: 04.06.2023

В. В. Кириллов

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является ознакомление студентов с методологическими основами экспериментальных исследований в области теплообмена в энергетических установках Задачи: получение знаний в области организации измерений параметров физических величин, формирование системы научно-практических знаний при проведении теплофизических экспериментов.

## Краткое содержание дисциплины

В данной дисциплине рассматриваются способы обобщения результатов исследований, погрешности результатов исследований, математический эксперимент, математические методы анализа и обработки результатов эксперимента, математическое планирование эксперимента

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-4 Разработка и оформление технологической документации подготовки и проведения испытаний, подготовка и проведение проливочных, холодных и огневых испытаний, анализ и обработка результатов испытаний ракетных двигателей, их узлов и агрегатов | Знает: методы и средства теоретических и экспериментальных исследований изделий ракетно-космической техники; методы статической обработки и анализа результатов экспериментальных исследований<br>Умеет: разрабатывать методики и программы экспериментальных исследований; осуществлять выбор средств измерения и проводить статистическую обработку результатов теплофизического эксперимента<br>Имеет практический опыт: планирования, проведения и статистической обработки результатов теплофизического эксперимента |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Нет | Испытания жидкостных ракетных двигателей |

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

Нет

## 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 |
| | | 5 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | 72 |
| *Аудиторные занятия:* | 32 | 32 |
| Лекции (Л) | 16 | 16 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 35,75 | 35,75 |
| Доклад | 5,75 | 5.75 |
| Подготовка к зачету | 15 | 15 |
| Проработка лекционного материала | 15 | 15 |
| 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 | Способы обобщения результатов исследования | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 2 | Погрешности результатов исследования | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 3 | Математический эксперимент | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 4 | Математические приёмы анализа и обработки результатов эксперимента | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 5 | Математическое планирование эксперимента | 8 | 4 | 4 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Основы метода обобщённых переменных | 2 |
| 2 | 2 | Показатели точности и формы представления результатов эксперимента | 2 |
| 3 | 2 | Оценка погрешности прямых измерений. Определение наивыгоднейших условий эксперимента | 2 |
| 4 | 3 | Математический эксперимент как средство получения результатов | 2 |
| 5 | 4 | Математическая обработка результатов эксперимента | 2 |
| 6 | 4 | Дисперсионный и регрессионный анализы | 2 |
| 7 | 5 | Основные понятия и виды планов | 2 |
| 8 | 5 | Планирование экстремальных экспериментов | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Получение чисел подобия на основе анализа размерностей | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | 2 | Оценка погрешности прямых измерений | 2 |
| 3 | 2 | Оценка погрешности определения величин-функций | 2 |
| 4 | 3 | Построение итерационных процессов | 2 |
| 5 | 4 | Графический анализ | 2 |
| 6 | 4 | Проверка статистических гипотез | 2 |
| 7 | 5 | Планирование первого порядка | 2 |
| 8 | 5 | Рациональное планирование | 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 |
| Доклад | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2 | 5 | 5,75 |
| Подготовка к зачету | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2 | 5 | 15 |
| Проработка лекционного материала | См. учебно-методические материалы в электронном виде, пункты 1, 2 | 5 | 15 |

## 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 | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | Текущий контроль | КТ1: Устный доклад по теме | 1 | 100 | Доклад оценивается по критериям полноты изложения, качества презентационного материала, качества ответа на вопросы по теме доклада. По результатам доклада обучабщемуся выставляется рейтинг: а) 100 баллов -- доклад полон, презентационный материал качественно подготовлен, при ответах на вопросы продемонстрировано глубокое знание темы; б) 80 баллов -- доклад содержит пробелы в изложении либо неверный материал, или презентационный материал подготовлен | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | некачественно, или не получены ответы на заданные вопросы (одно из перечисленного); в) 60 баллов -- доклад содержит пробелы в изложении либо неверный материал, или презентационный материал подготовлен некачественно, или не получены ответы на заданные вопросы (два из перечисленного); г) 40 баллов -- доклад содержит пробелы в изложении либо неверный материал, и презентационный материал подготовлен некачественно, и не получены ответы на заданные вопросы (всё из перечисленного); д) 0 баллов -- доклад не представлен в отведённое учебное время (в течение семестра). | |
| 2 | 5 | Текущий контроль | КТ2: Контроль посещаемости занятий дисциплины | 0,5 | 100 | Рейтинг выставляется автоматически на основании журнала посещаемости "Электронного ЮУрГУ". | зачет |
| 3 | 5 | Проме-жуточная аттестация | ПА1: Письменный ответ на теоретические вопросы дисциплины | - | 100 | Ответ предоставляется в письменном виде очно, либо с использованием "Электронного ЮУрГУ". Обучающийся отвечает на пять вопросов, по одному вопросу из блоков А1…А5 (см. ФОС ПА1).<br>Обучающийся получает 20 баллов (за ответ на вопрос из блоков А1…А5) в случае, если: предоставлен верный ответ на вопрос. За неверный ответ на вопрос балл может быть уменьшен в зависимости от допущенных ошибок. Результирующий балл за ПА1 -- сумма баллов, полученных при ответах на все пять вопросов.<br><br>Критерии оценивания ответа на вопрос:<br><br>а) обучающийся дал полный, исчерпывающий ответ -- баллы не снимаются;<br>б) обучающийся затруднился с ответом на одну из частей вопроса, либо ошибся при ответе на дополнительный наводящий вопрос -- минус 10 баллов;<br>в) в случае непредоставления ответа обучающийся получает 0 баллов. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| зачет | При проведении мероприятия ПА1 обучающемуся | В соответствии с |

| | | |
|---|---|---|
| | предоставляется дополнительная попытка выполнить задание контрольной точки КТ1 в случае невыполнения в течение периода обучения. | пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| ПК-4 | Знает: методы и средства теоретических и экспериментальных исследований изделий ракетно-космической техники; методы статической обработки и анализа результатов экспериментальных исследований | + | + | + |
| ПК-4 | Умеет: разрабатывать методики и программы экспериментальных исследований; осуществлять выбор средств измерения и проводить статистическую обработку результатов теплофизического эксперимента | | + | + |
| ПК-4 | Имеет практический опыт: планирования, проведения и статистической обработки результатов теплофизического эксперимента | | + | + |

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:*

1. Горский, В. Г. Планирование промышленных экспериментов: Модели динамики В. Г. Горский, Ю. П. Адлер, А. М. Талалай. - М.: Металлургия, 1978. - 112 с. ил.
2. Новицкий, П. В. Оценка погрешностей результатов измерений. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1991. - 303 с. ил.

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

Не предусмотрены

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

1. нет

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

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Основная литература | eLIBRARY.RU | Бойко,А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов/А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова.-Белгород, Издательство БГТУ, 2020.-75с.-Текст: |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | электронный//eLIBRARY.RU: электронно-библиотечная система. авториз. пользователей. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19570240 |
| 2 | Основная литература | eLIBRARY.RU | Румянцев, А.В. Теория и практика теплофизического эксперимента/А.В. Румянцев, Калининград, БФУ, 2011.-71с. Текст: электронный//eLIBRARY.RU: электронно-библиотечная система. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20235863 |
| 3 | Основная литература | eLIBRARY.RU | Оншин, Н.В. Основы теории планирования инженерного эксперимента/Н.В. Оншин.-Магнитогорск, МГТУ, 2009.-146 с https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44186554 |
| 4 | Дополнительная литература | eLIBRARY.RU | Реброва, И.А. Теория планирования эксперимента/И.А. Реброва/Электронный ресурс.-Омск, СибАДИ, 2016.-106 с. https://elibrary.ru/item.asp?id=25890402 |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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 | 240 (2) | СИ ИС 164-2, ДД-10 |
| Лабораторные занятия | 244 (2) | Лабораторные стенды кафедры ДЛА |
| Лекции | 240 (2) | Приборы измерений |