

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ:**  
**Первый проректор**

**А.А. Каракозов**  
(ФИО)

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДЭ.03.01 Методы обработки и представления результатов исследования  
гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника <small>(код и наименование подготовки / специальности)</small>
Направленность (профиль):	Теплоэнергетика, Тепловые электрические станции, Энергетический менеджмент <small>(наименование направленности (профиля) / специализации)</small>
Программа:	Магистратура <small>(бакалавриат, магистратура, специалитет)</small>
Форма обучения:	Очная, заочная <small>(очная, заочная, очно-заочная)</small>

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2 / 72	2 / 72
Контактная работа (час.), в том числе:	36	10
Лекции (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	-	-
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	36	62
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачёт	зачёт

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (Направленность (профиль) – Теплоэнергетика, Тепловые электрические станции, Энергетический менеджмент) для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», д.т.н., профессор

(подпись)

С.М. Сафьянц

Доцент кафедры "Промышленная теплоэнергетика", к.т.н., доцент

(подпись)

С.В. Гридин

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от «15» 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой

(подпись)

С.М. Сафьянц

(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ГОУ ВПО "ДОННТУ" по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Протокол от «15» 03 2023 года № 7

Председатель

(подпись)

С.М. Сафьянц

(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы использования основных методов статистической обработки и анализа данных наблюдения и эксперимента, в т.ч. результатов теплотехнологических и экологических испытаний котлов, полученных на основе применения сопутствующего математического аппарата при изучении реальных процессов производства, преобразования, транспортировки и потребления различных видов энергии, происходящих в элементах теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.

Целью дисциплины является: формирование основных навыков использования методов статистической обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике.

Задачи изучения дисциплины: научить студентов использовать основные методы статистической обработки и анализа данных наблюдения и эксперимента.

В результате освоения дисциплины магистр должен:

знать: методы статистической оценки погрешностей результатов наблюдений; компьютерные методы обработки результатов инженерного эксперимента и массивов технической информации;

уметь: составлять эмпирические зависимости и проводить регрессионный анализ; обрабатывать и представлять результаты исследований;

владеть: основными способами и средствами практического использования современных методов обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
- УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.

для направленности (профиля) «Теплоэнергетика»:

- ПК-1 Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания процессов в машинах и аппаратах теплотехнического оборудования, системах генерации, транспорта и потребления тепла и технологических энергоносителей.

для направленности (профиля) «Тепловые электрические станции»:

- ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники.

для направленности (профиля) «Энергетический менеджмент»:

- ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» подготовки магистра по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции», «Энергетический менеджмент».

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: учебного плана программы бакалавриата: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Химия», «Теоретическая механика», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика», «Техническая механика жидкости и газа», «Инженерные методы эксперимента и САПР», «Материаловедение и технологии металлов», «Теория сжигания и горелочные устройства», «Котельные установки промышленных предприятий», «Источники и системы теплоснабжения», «Физико-химические процессы в теплоэнергетике», «Автоматизация энергетических установок», «Теплотехнические процессы и установки», «Технологии генерации электрической и тепловой энергии», «Математические методы и модели», «Математические задачи энергетики», а также учебного плана программы магистратуры: «Методология и методы научных исследований».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты», изучении дисциплины «Оценка воздействия объектов генерации тепловой и электрической энергии на окружающую среду», прохождении производственной практики: технологическая; производственной практики: преддипломная практика и государственной итоговой аттестации при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СР
Тема 1. Понятия методов статистической обработки и анализа данных наблюдения и эксперимента.	10 / 12	2 / 0,5	- / -	2 / 0	6/11,5
Тема 2. Статистическое описание результатов наблюдений.	10 / 11	2 / 0,5	- / -	2 / 0,5	6 / 10
Тема 3. Точечное и интервальное оценивание экспериментальных данных.	10 / 11	2 / 0,5	- / -	2 / 0,5	6 / 10
Тема 4. Функциональная зависимость и регрессия.	14 / 11	4 / 0,5	- / -	4 / 0,5	6 / 10
Тема 5. Экспериментально-статистическое исследование связей.	14 / 11	4 / 0	- / -	4 / 0,5	6/10,5



Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СР
Тема 6. Основы планирования эксперимента.	12 / 10	3 / 0	- / -	3 / 0	6 / 10
Контактная работа (дополнительная)	2 / 6	- / -	- / -	- / -	- / -
<i>Курсовая работа (проект)</i>	0 / 0	- / -	- / -	- / -	- / -
Итого по видам занятий	72 / 72	17 / 2	0 / 0	17 / 2	36/62
Контроль	0 / 0				
<b>ИТОГО</b>	<b>72/72</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>УК-1</b>	Темы 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
<b>УК-4</b>	Тема 2
<b>ПК-1</b>	Тема 1, 7, 8, 9

### 3.2 Лекции

**Тема 1. Понятия методов статистической обработки и анализа данных наблюдения и эксперимента.**

Содержание темы 1:

Предмет, цель и задачи курса. Основные определения. Понятия методов статистической обработки и анализа данных наблюдения и эксперимента. Случайные события. Дискретные и непрерывные случайные величины, виды распределений. Числовые характеристики. Среднее значение случайной величины. Дисперсия. Среднее стандартное квадратичное отклонение. Относительное стандартное отклонение (коэффициент вариации). Размах варьирования. Системы и функции случайных величин. Нормальное распределение и его свойства. Коэффициент Стьюдента.

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#)

**Тема 2. Статистическое описание результатов наблюдений.**

Содержание темы 2:

Предварительная статистическая обработка результатов исследований. Статистическое описание результатов наблюдений. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия. Статистические оценки параметров: несмещенные, эффективные, состоятельные. Погрешность оценки. Общая последовательность выполнения предварительной статистической обработки эмпирических данных. Мера точности среднего результата измерений.

Литература к теме 2: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#)

### **Тема 3. Точечное и интервальное оценивание экспериментальных данных.**

#### Содержание темы 3:

Точечное и интервальное оценивание экспериментальных данных. Доверительный интервал для единичного замера и математического ожидания. Определение необходимого объема выборки. Распределение Стьюдента. Систематические и случайные погрешности. Распределение случайных погрешностей. Грубые погрешности (промахи, выпадения). Статистический метод обнаружения систематических погрешностей по критерию Аббе (способ последовательных разностей). Критерии выявления грубых погрешностей: Ирвина, Романовского, вариационного размаха, «трех сигм» (правило «3-х стандартов»), Диксона, Смирнова. Нормальный закон оценки измеряемой величины. Генеральное среднее ожидание и среднее квадратичное отклонение. Выборочные средние значения, их сравнение. Проверка однородности дисперсий по критериям Стьюдента, Крамера-Уэлча, Фишера, Кохрена. Проверка статистических гипотез о нормальном распределении изучаемой случайной величины. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному постоянному значению («нулевая» гипотеза). Проверка гипотезы о нормальном законе распределения с использованием критериев Пирсона и Романовского.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

### **Тема 4. Функциональная зависимость и регрессия.**

#### Содержание темы 4:

Понятия функциональной зависимости и регрессии. Нахождение аналитической зависимости с помощью регрессионного анализа. Кривые регрессии, их свойства. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Оценка воспроизведения опытов. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Линейная множественная регрессия. Парная и множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.

Литература к теме 4: [1, 3]

### **Тема 5. Экспериментально-статистическое исследование связей.**

#### Содержание темы 5:

Нахождение аналитической зависимости с помощью регрессионного анализа. Корреляционный анализ (коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки). Линейная и нелинейная корреляционные зависимости. Методы ранговой корреляции. Ранжирование. Оценка значимости коэффициента ранговой корреляции по Кендаллу. Коэффициент ранговой корреляции по Спирмену. Коэффициент конкордации.

Литература к теме 5: [1, 3]

### **Тема 6. Основы планирования эксперимента.**

#### Содержание темы 6:

Основные понятия теории факторного эксперимента. Получение математического описания процесса системы по данным эксперимента. Постановка «зада-

чи регрессии». Применение метода наименьших квадратов для получения коэффициентов математической модели системы «задачи регрессии». Планирование эксперимента. Классификация планов. Ортогональный план эксперимента. Матрица планирования и ее свойства. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Статистический анализ результатов полного и дробного факторного экспериментов.

Литература к теме 6: [1, 3]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Лите- ратура
1	Расчет распределения случайных величин.	2/1	[1, 5]
2	Расчет основных статистических показателей.	2/1	[1, 4]
3	Определение систематической ошибки и выпадов.	2/0	[1, 5]
4	Определение нормальности закона распределения по критериям Пирсона и Романовского.	1/0	[1, 5]
5	Расчет однородности нескольких выборок.	1/0	[1, 5]
6	Расчет для сравнения средних значений двух выборок.	1/0	[1, 5]
7	Нахождение аналитической зависимости методом регрессионного анализа. Расчет уравнения множественной регрессии.	2/0	[1, 4]
8	Расчет коэффициента линейной корреляционной зависимости.	2/0	[1, 5]
9	Расчет коэффициента парной корреляции.	2/0	[1, 5]
10	Получение математической модели объекта по данным полного и дробного факторного эксперимента.	2/0	[1, 4]
<b>Итого:</b>		17/2	

### 3.4 Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано.

### 3.5 Самостоятельная работа магистранта

№ п/п	Виды самостоятельной работы магистранта	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	18/30
2	Подготовка к практическим занятиям	18/23
3	Выполнение индивидуального задания	0/9
<b>Итого:</b>		<b>36/62</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Предусмотрено выполнение индивидуального задания по дисциплине учебным планом для заочной формы обучения. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной домашней работы (РДР) по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях, практических и ла-

бораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [6] и с учетом специфики программ подготовки магистров. Работа, выполняемая студентом в соответствии с методическими указаниями [6] по индивидуальной работе, предназначена для использования приобретенных знаний при статистической обработке данных серии из  $n$  прямых экспериментальных измерений при исследовании параметров и характеристик гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм). Отчет по РДР должен содержать: титульный лист с названием работы, фамилией студента и номером варианта; задание; исходные данные; расчетную часть; графики и выводы.

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы/ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;



- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

*Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия

*Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

Учебным планом экзамен не запланирован.

### **Вопросы для контроля знаний по дисциплине:**

- 1) Понятия методов статистической обработки и анализа данных наблюдения и эксперимента.
- 2) Случайные события.
- 3) Дискретные и непрерывные случайные величины, виды распределений.
- 4) Числовые характеристики.
- 5) Среднее значение случайной величины.
- 6) Дисперсия.
- 7) Среднее стандартное квадратичное отклонение.
- 8) Относительное стандартное отклонение (коэффициент вариации).
- 9) Размах варьирования.
- 10) Системы и функции случайных величин.
- 11) Нормальное распределение и его свойства.
- 12) Коэффициент Стьюдента.
- 13) Предварительная статистическая обработка результатов исследований.
- 14) Статистическое описание результатов наблюдений.
- 15) Генеральная совокупность и выборка.
- 16) Вариационный ряд.
- 17) Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия.
- 18) Статистические оценки параметров: несмещенные, эффективные, состоятельные.
- 19) Погрешность оценки.
- 20) Общая последовательность выполнения предварительной статистической обработки эмпирических данных.
- 21) Мера точности среднего результата измерений.
- 22) Точечное и интервальное оценивание экспериментальных данных.
- 23) Доверительный интервал для единичного замера и математического ожидания.
- 24) Определение необходимого объема выборки.
- 25) Распределение Стьюдента.
- 26) Систематические и случайные погрешности.
- 27) Распределение случайных погрешностей.
- 28) Грубые погрешности (промахи, выпадения).
- 29) Статистический метод обнаружения систематических погрешностей по критерию Аббе (способ последовательных разностей).
- 30) Критерии выявления грубых погрешностей: Ирвина, Романовского, вариационного размаха, «трех сигм» (правило «3-х стандартов»), Диксона, Смирнова.
- 31) Нормальный закон оценки измеряемой величины.

- 32) Генеральное среднее ожидание и среднее квадратичное отклонение.
- 33) Выборочные средние значения, их сравнение.
- 34) Проверка однородности дисперсий по критериям Стьюдента, Крамера-Уэлча, Фишера, Кохрена.
- 35) Проверка статистических гипотез о нормальном распределении изучаемой случайной величины.
- 36) Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному постоянному значению («нулевая» гипотеза).
- 37) Проверка гипотезы о нормальном законе распределения с использованием критериев Пирсона и Романовского.
- 38) Понятия функциональной зависимости и регрессии.
- 39) Нахождение аналитической зависимости с помощью регрессионного анализа.
- 40) Кривые регрессии, их свойства.
- 41) Определение коэффициентов уравнения регрессии.
- 42) Оценка воспроизведения опытов.
- 43) Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности.
- 44) Линейная множественная регрессия.
- 45) Парная и множественная линейная регрессия.
- 46) Нелинейная регрессия.
- 47) Нахождение аналитической зависимости с помощью регрессионного анализа.
- 48) Корреляционный анализ (коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки).
- 49) Линейная и нелинейная корреляционные зависимости.
- 50) Методы ранговой корреляции.
- 51) Ранжирование.
- 52) Оценка значимости коэффициента ранговой корреляции по Кендаллу.
- 53) Коэффициент ранговой корреляции по Спирмену.
- 54) Коэффициент конкордации.
- 55) Основные понятия теории факторного эксперимента.
- 56) Получение математического описания процесса системы по данным эксперимента.
- 57) Постановка «задачи регрессии».
- 58) Применение метода наименьших квадратов для получения коэффициентов математической модели системы «задачи регрессии».
- 59) Планирование эксперимента.
- 60) Классификация планов.
- 61) Ортогональный план эксперимента.
- 62) Матрица планирования и ее свойства.
- 63) Полный факторный эксперимент.
- 64) Дробный факторный эксперимент.

- 65) Статистический анализ результатов полного и дробного факторного экспериментов.

### 4.3 Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студентов предназначен для контроля и оценки: качества усвоения студентами теоретических разделов дисциплины; знаний, умений и навыков, полученных на практических занятиях по дисциплине; самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль знаний студента осуществляется по результатам:

а) активности и систематической работы студента на занятиях и правильных ответов на вопросы, адресованные преподавателем студентам в ходе проведения лекционных и практических занятий,

б) контрольных опросов и самостоятельного решения типовых задач по разделам курса в ходе проведения практических занятий.

При пропуске практического занятия соответствующее задание должно быть выполнено дома и по нему должен быть представлен отдельный отчет, который подлежит защите в ходе собеседования.

Распределение баллов текущего контроля работы студентов на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1

Наименование вида работ	Количество баллов		Примечание
	за каждое занятие	за се-местр	
Для студентов очной формы обучения			
Текущая учебная работа (работа на лекциях)	0-1	0-15	Зависит от активности студента (из расчёта 15 лекционных занятий) и правильности его ответов на вопро-сы преподавателя.
Текущая учебная работа (работа на практических занятиях)	0-2	0-44	Зависит от активности студента (из расчёта 22 аудиторных занятий). Оценивается каждое занятие.
Контрольные опросы (работа на практических занятиях)	0-3	0-9	В зависимости от правильности и полноты ответов.
Решение типовых задач (работа на практических занятиях)	0-2	0-10	В зависимости от правильности и полноты решения задачи.
Текущая самостоятельная работа (подготовка к аудиторным заняти-ям; выполнение домашних заданий)	0-1	0-22	Зависит от степени готовности сту-дента к аудиторным занятиям и качества выполнения домашних заданий
Итого:		100	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения			
Текущая учебная работа (работа на	0-1	0-3	Зависит от активности студента и

Наименование вида работ	Количество баллов		Примечание
	за каждое занятие	за семестр	
лекциях)			правильности его ответов на вопросы преподавателя.
Текущая учебная работа (работа на практических занятиях)	0-2	0-8	Зависит от активности студента на аудиторных занятиях
Текущая самостоятельная работа (подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий)	0-1	0-5	Зависит от степени готовности студента к аудиторным занятиям и качества выполнения домашних заданий
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	Максимально возможное

**Промежуточный контроль** усвоения студентом учебного материала по учебной дисциплине проводится для студентов заочной формы обучения на основе результатов выполненного индивидуального задания. Форма промежуточной аттестации студентов заочной формы обучения в процессе обучения дисциплине: защита отчета по индивидуальному заданию.

При защите отчета используются контрольные типовые задания, которые могут включать: вопросы, требующие письменного или устного ответа; тесты, проводимые в письменной или электронной форме.

Индивидуальное задание и отчет о его выполнении, содержащий результаты расчетов, измерений, построенные графики и др., оформляется по установленным правилам для допуска к защите. Процесс защиты предполагает:

1. Проверку преподавателем правильности и полноты выполнения отчета о выполнении индивидуального задания.
2. Выдачу студенту индивидуальных вопросов или заданий для подготовки к защите индивидуального задания.
3. Устную защиту студентом работы, включающую ответ на поставленный вопрос (задачу) и дополнительные вопросы по теме защищаемого индивидуального задания.

Индивидуальное задание защищается студентом индивидуально. При проведении защиты уровень его выполнения окончательно оценивается следующим образом:

Возможное количество баллов	Характеристика требований к результатам защиты индивидуального задания
63-84	Представлен отчет, соответствующий установленным требованиям к его содержанию и оформлению, и знания студента, продемонстрированные в ходе ответа на обязательный и дополнительные вопросы, оцениваются как отличные (с незначительным количеством неточностей) или хорошие (в случае в целом правильно выполненной работы с незначительным количеством ошибок от 10% до 15%).
59-62	Представлен отчет, соответствующий установленным требованиям к его содержанию и оформлению. Вместе с тем, отдельные из выполненных разделов заданий содержат принципиальные ошибки. Знания студента, продемонстрированные в ходе ответа на обязательный вопрос, оцениваются как удовлетворительные или неплохие. При ответах на дополнительные вопросы допущены серьезные



Возможное количество баллов	Характеристика требований к результатам защиты индивидуального задания
	ошибки (до 30%) или результаты ответов оцениваются как удовлетворительно.
50-58	Представлен отчет, соответствующий установленным минимальным требованиям к его содержанию и оформлению. Вместе с тем, отдельные из выполненных разделов заданий содержат не принципиальные ошибки. Знания студента, продемонстрированные в ходе ответа на обязательный и на дополнительные вопросы, оцениваются как достаточные (при проценте допущенных серьезных ошибок – не более 40%).
29-49	Представлен отчет, не соответствующий минимальным установленным требованиям к его содержанию и оформлению. Большинство заданий индивидуального задания и/или их разделов не выполнено либо выполнено с грубыми ошибками (более 40%). Знания студента, продемонстрированные в ходе ответа на обязательный вопрос, оцениваются как неудовлетворительные или защита отчета студентом не проводилась (отказ от защиты). Индивидуальное задание считается невыполненным и возвращается на доработку для повторной сдачи на проверку.
0-28	По содержанию и/или оформлению отчет по индивидуальному заданию в целом не соответствует установленным требованиям. Индивидуальное задание считается невыполненным и возвращается на доработку для повторной сдачи на проверку.

**Итоговая аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме **семестрового зачета**.

Семестровый зачет выставляется по результатам текущего и промежуточного контроля, как правило, на последнем занятии семестра по дисциплине при обязательном присутствии студента.

Студент допускается к семестровому зачету по конкретной учебной дисциплине независимо от текущей успеваемости и посещения занятий, если он выполнил и защитил все задания, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины и, при обучении за счет физических и (или) юридических лиц, не имеет финансовой задолженности перед университетом.

Студенту, который не выполнил и (или) не защитил все задания, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины, в зачетную ведомость ставится запись «не допущен».

Студентам, которые были допущены к сдаче зачета, но не явились на него, в ведомость ставится запись «не явился».

Индивидуальное консультирование осуществляется каждую неделю по графику, который доводится до студентов в начале семестра. Групповые консультации осуществляются перед сдачей семестрового зачета.

Итоговая за семестр оценка успешности студента по учебной дисциплине формируется суммированием оценок успешности студента по каждому виду работы студента:

Виды работы студента	Возможное количество баллов	
	Для студентов очной формы обучения	Для студентов заочной формы обучения
Текущая учебная работа (работа на лекциях)	15	3
Текущая учебная работа (работа на практических занятиях)	44	8
Контрольные опросы (работа на практических занятиях)	9	не предусмотрено
Решение типовых задач (работа на практических занятиях)	10	не предусмотрено
Текущая самостоятельная работа (подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий)	22	5
Индивидуальное задание	не предусмотрено	84
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Перевод итоговой оценки из 100-балльной шкалы в оценку по национальной шкале и по шкале ECTS осуществляется в соответствии со шкалой соответствия, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДОННТУ от 02.05.2018 г. №337-14:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Зачтено
80-89	B	
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	Не зачтено
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример контрольного тестового опроса на практических занятиях

Вопросы контрольного тестового опроса на примере Тема 3. «Точечное и интервальное оценивание экспериментальных данных»:

- Значимость экспериментальных результатов выборки оценивается:
  - величиной удаления «крайних» значений от центра выборки;
  - отношением величины удаления «крайних» значений от центра выборки к среднеквадратичному отклонению;
  - отношением «крайнего» значения к среднеквадратичному отклонению.
- Точность результатов оценивается:
  - отношением средних значений выборки;
  - отношением дисперсий выборки;
  - отношением среднеквадратичных отклонений выборок.
- Доверительный интервал для математического ожидания – это:
  - совокупность значений признака вблизи среднего значения;
  - вероятностная граница значений признака, накрывающая его истинное значение.

ние;

- интервал около среднего значения признака изучаемой выборки.

4. К чему приводит увеличение вероятности при определении доверительного интервала для математического ожидания:

- сужению доверительного интервала;
- повышению надежности результатов;
- расширению доверительного интервала;
- повышению точности результатов;
- снижению точности результатов.

5. Что характеризует доверительный интервал для дисперсии:

- вероятностная граница значений признака;
- интервал, в котором находится среднее значение дисперсии, вычисленное по выборке;
- вероятностный интервал, в который попадает истинное значение дисперсии;
- разброс значений признака.

6. Оценка воспроизводимости результатов опытов основана на:

- оценке однородности дисперсий по выборкам;
- оценке средних значений признака по выборкам;
- оценке отклонений результатов от среднего значения;
- оценке квадрата отклонений результатов в выборке от среднего значения.

7. Проверка адекватности – это:

- оценка соответствия расчетных и экспериментальных результатов;
- оценка соответствия предсказания действительности;
- оценка величины дисперсии адекватности;
- оценка величины отношения дисперсии адекватности к дисперсии воспроизводимости.

Ответы на тестовые вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

*Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.*

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I Основная литература***

1. Максимов, Ю.Д. Математическая статистика: опорный конспект. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Проспект, 2015. — 104 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65011> — Загл. с экрана.

#### ***II Дополнительная литература***

2. Фролов, А.Н. Краткий курс теории вероятностей и математической статистики: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93706> — Загл. с экрана.

3. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 816 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59747> — Загл. с экрана.
4. Литвин, Д.Б. Элементы математической статистики: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Д.Б. Литвин, О.Н. Таволжанская. — Электрон. дан. — Ставрополь : СтГАУ, 2015. — 52 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/82229> — Загл. с экрана.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплинам «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике» и «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистратура» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерские программы «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции, «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра промышленной теплоэнергетики; сост.: С. В. Гридин – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2023. – 102 с. – Систем. требования Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/19\\_b1v10\\_p\\_moiprigitpvt\\_123.pdf](http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/19_b1v10_p_moiprigitpvt_123.pdf)
6. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по дисциплинам «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике» и «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистратура» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерские программы «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции, «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра промышленной теплоэнергетики; сост.: С. В. Гридин – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2023. – 17 с. – Систем. требования Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/19\\_b1v10\\_r\\_moiprigitpvt\\_123.pdf](http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/19_b1v10_r_moiprigitpvt_123.pdf)
7. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплинам «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплоэнергетике» и «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистратура» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерские программы «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции, «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра промышленной

теплоэнергетики; сост.: С. В. Гридин – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2023. – 21 с. – Систем. требования Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/19\\_b1v10\\_s\\_moiprigitpvt\\_123.pdf](http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/19_b1v10_s_moiprigitpvt_123.pdf)

**Электронно-информационные ресурсы**  
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

### **Internet-ресурсы**

И1. Официальный сайт российского представительства компании «Statsoft Russia» – <http://www.statsoft.ru/home/portal/>

И2. Информационный сайт российского представительства компании «Statsoft Russia» – <http://www.statistica.ru>

И3. Консультационный сайт российского представительства компании «Statsoft Russia» – <http://www.spc-consulting.ru>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Учебная аудитория (лаборатория) №5.151 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп ПОЛИЛЮКС (2 шт.), переносной мультимедийный проектор ОРТОМА EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: вольтметр М-381, компрессор универсальный УК-2, кондиционер воздуха Азербайджан-4м (макет), лабораторная установка для изучения процессов теплопередачи, лабораторная установка «Исследование коэффициента теплоотдачи», лабораторная установка исследования теплопроводности, лабораторная установка «Исследование теплопроводности - ТМО 1б», лабораторная установка ТМО 2А, лабораторная установка ТМО 2б, лабораторная установка ТМО 3А, микровольт-микроамперметр Ф 116/2, потенциометр КСП-4/ЭПП-09 (3 шт.), прибор определения коэффициента теплопроводности ИТ-3, пылесос Буран-3, регулятор напряжения РНШ Э-378 (4 шт.), сетевой фильтр удлинитель, трансформатор «Латр-2М», электроплатенце; комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3а, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭPiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный AMI 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фо-



тоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информации-онных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

2. Учебная аудитория (компьютерный класс) №5.153 учебный корпус 5 для проведения практических занятий (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; мультимедийное оборудование: экран стационарный ЭЛ-4; переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: HUB TP 1008C; стационарные компьютеры: на базе IntelCore 2Duo (Dual Core) – 2 шт.; на базе Intel Celeron – 4 шт. (программное обеспечение: операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (18.04 LTS) (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (LibreOffice 5.3.4) (GNU GPL), GIMP (GNU GPL), AVIDEMUX (GNU GPL), GNU PSPP (GNU GPL)), копировальный аппарат Canon FC-224/226, принтер HP LJ 1200, принтер Canon LBP 810; комплект переносного оборудования (га-зоанализатор MAK-2000M; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

3. Учебная аудитория (лаборатория) №5.147 учебный корпус 5 для проведения практических занятий (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: авометр АВО-63 (2 шт.), амперметр М-381 (2 шт.), аппарат ЛТВО для определения температуры (2 шт.), барограф, барометр БАММ-1, вентилятор (2 шт.), вольтметр ламповый 1341/Е, вольтметр ЭБЗЗ (4 шт.), генератор лабораторный TR-0202, датчик давления ДДВТ-50 (3 шт.), диапроектор ЛэТИ-60, диапроектор Свितязь, дифмамометр ОБМ-160, измеритель тепловых потерь ИТП-6, источник питания П4109, источник питания пост то-

ка Б5-44, комбинированный прибор измерительный Ц4353, лабораторная установка для определения теплоемкости воздуха, лабораторная установка «Исследование физико-химической депрессии», лабораторная установка «Изучение процессов во влажном воздухе», лабораторная установка «Исследование политропного процесса», лабораторная установка «Испытание холодильной компрессорной машины», лабораторная установка «Определение энтальпии водяного пара», лабораторная установка «Изучение изохорного процесса», лабораторная установка по моделированию гидравлических и тепловых процессов (3 шт.), лагометр Ш-69000, манометр образцовый МО 160x100 (3 шт.), микроманометр (2 шт.), микрометр 0.25(0,75) (3 шт.), милливольтметр Ш – 4500(4501) (4 шт.), модель разрядная внутреннего сгорания; модель разрядная паровая, морской хронометр (2 шт.), насос Комовского, осциллограф, печь муфельная, печь трубчатая, пирометр «Промінь», потенциометр КСП4(ПП-63) (2 шт.), преобразователь напряжения, преобразователь пара VYV 12, преобразователь ТХК-0705 (3 шт.), прибор комбинированный Ц4301, прибор комбинированный цифровой Ц4310, прибор самопишущий Н338-4П, психометр аспирационный М34(МВ-4М) (5 шт.), пылесос Буран-3(ПО-11М) (2 шт.), разрез двигателя ГК-51, регулятор напряжения РНШ Э-378, ротаметр (9 шт.), секундомер однострелочный СОП ПР-6Г-2(СДСПР-1-2 / СОСПр-2Б / СОСПР-2Б-2) (8 шт.), секундомер электрический ПВ-53А (2 шт.), стол для изучения тепловых потерь, термостат жидкостный лабораторный СЖМЛ-19/2.5-И1, трансформатор «Латр-2М», универсальный прибор измерения параметров УПИП, фотоаппарат ЗЕНИТ-19, фотовспышка, чертежный комбайн К4-1, электрический насос вакуумный, электронасос «Кама»; комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный AMI 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 Н=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

4. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPR Smart), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.