

МИНОБРНАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина, обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Теплофизика»**

Направление подготовки бакалавров 20.03.01 Техносферная безопасность  
Направленность (профиль) – Безопасность технологических процессов и  
производств

Типы задач профессиональной деятельности: экспертиза, надзорная и  
инспекционно-аудиторская

Форма обучения – очная

Факультет природопользования и инженерной экологии  
Кафедра общей физики

Тверь 2021

Программа дисциплины соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту в части требований к результатам освоения основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

Разработчик программы к.г.-м.н., доцент

Г.Н. Иванов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей физики  
\_\_25\_\_.\_\_01\_\_.21, протокол № \_\_4\_\_

Заведующий кафедрой

А.В. Твардовский

Согласовано  
Начальник УМО

Д.А. Барчуков

Начальник отдела комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цели** изучения дисциплины «Теплофизика» заключаются:

- в получении фундаментального образования, способствующего всестороннему развитию личности;
- в формировании необходимой основы для изучения ряда специальных инженерных дисциплин, позволяющей едиными методами решать инженерные задачи в различных отраслях техники.

**Задачами** дисциплины являются:

- глубокое усвоение студентами сущности изучаемых термодинамических явлений ;
- формирование понимания законов, лежащих в основе выводов уравнений тепло- и массопереноса и важнейших расчетных зависимостей;
- умение применять основные уравнения и расчетные формулы для решения инженерных задач;
- приобретение навыков самостоятельной работы с учебной, справочной и нормативной литературой;
- выработка умений в изложении и оформлении инженерных расчетов в соответствии с требованиями государственных стандартов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теплофизика» относится к обязательной части Блока 1 «Изучение дисциплины требует необходимой подготовки в области математики и физики базовой (обязательной) части математического, естественнонаучного и общетехнического цикла ООП. В свою очередь, теплофизика находит свое применение в таких дисциплинах профессионального цикла, как БТПП в машиностроении, пожарная безопасность технологических процессов и др.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП

ОПК-2. Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления

#### **Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП**

**ИОПК-2.1** Знать основы технологических процессов, работы машин, устройств и оборудования, применяемые сырье и материалы с учетом специфики деятельности работодателя.

### 3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

#### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

##### **ИОПК-2.1**

**Знать:**

31. Основные законы в области теплофизики, основные теплофизические

характеристики, их физический смысл, развитие взглядов на систему теплофизических характеристик, описывающих явления тепло- и массопереноса.

**Уметь:**

У1. Выявить сущность поставленной задачи и выбрать оптимальный метод ее решения при проведении инженерных расчетов в области теплофизики, использовать современные методы теплофизики

**Уметь:**

У2. Пользоваться методами расчета температурных полей в термодинамических системах и принципами расчета тепло- и массообменных аппаратов.

Технологии формирования: проведение лекционных занятий, практические занятия.

Формы оценочных средств: активность участия на практических занятиях

#### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

##### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
6-й семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия		30
Лабораторные работы (ЛР)		Не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		63
В том числе:		
Курсовая работа (КР)		Не предусмотрена
Курсовой проект (КП)		Не предусмотрен
Решение практических задач		30
Подготовка к рубежному рейтинг-контролю по изученным модулям (коллоквиумы)		23
Подготовка к зачету		10
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№ модуля	Наименование модуля	Трудоемкость (часы)	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Теория передачи теплоты	65	10	20	35
2	Теплообменные процессы и аппараты процессы и аппараты	43	5	10	28
Всего на дисциплину (курс) «Теплофизика»		108	15	30	63

### 5.2. Содержание учебно-образовательных модулей

#### МОДУЛЬ 1. «Теория передачи теплоты»

Основы теории передачи теплоты. Виды переноса теплоты. Уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Стационарный режим теплопроводности и стационарное температурное поле. Нестационарный тепловой режим. Нестационарное температурное поле.

Градуировка термопары, термистора. Методы определения коэффициента теплопроводности и теплообмена. Определение удельной теплоемкости.

#### МОДУЛЬ 2. «Теплообменные процессы и аппараты»

Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообмен в текучих средах. Определение температурного режима и обеспечение экологических ограничений в химических аппаратах с гомогенной реакцией. Теплообмен в системах с дисперсной твердой фазой. Перенос теплоты через неподвижный слой дисперсного материала. Теплообмен при гетерогенной химической реакции. Перенос теплоты в объеме псевдооживленного слоя. Теплообмен в рекуперативных теплообменных аппаратах. Теплообмен при выпаривании растворов. Аналогия процессов переноса теплоты и вещества.

### 5.3. Практические занятия

Таблица 3. Содержание и трудоемкость практических занятий

Учебно-образовательный модуль	Тема практических занятий	Трудоемкость в часах
6-й семестр		
Модуль 1. «Теория передачи теплоты»	1. Теплопередача в установившемся режиме	4
	2. Стационарное температурное поле	4
Модуль 2. «Теплообменные процессы и аппараты»	3. Нестационарное температурное поле	5
	4. Тепловая инерция. Регулярный тепловой режим.	4

### 5.4. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры

Учебным планом не предусмотрены.

## 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Изучение дисциплины «Теплофизика» предполагает следующие виды самостоятельной работы студента:

- выполнение и оформление решения практических задач;
- подготовка к рубежному рейтинг-контролю (коллоквиумы);
- подготовка сдачи зачета.

На кафедре общей физики разработан комплект учебных пособий и методических указаний в помощь студентам при выполнении перечисленных видов самостоятельной работы (см. п. 7.2). Все эти издания имеются в библиотеке ТГТУ и на кафедре; кроме того, у каждого студента есть возможность получить эти пособия и указания в электронном виде. Ведущими преподавателями (лекторами) проводятся еженедельные консультации.

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости,

В рамках дисциплины выполняется 4 практических работ, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную практическую работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех практических работ обязательно. В случае невыполнения практической работы по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный реферат, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена практическая работа. Возможная тематическая направленность реферативной работы для каждого учебно-образовательного модуля представлена в следующей таблице:

Таблица 4. Темы рефератов

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1.	Модуль 1	Теплопередача в установившемся режиме
		Стационарное температурное поле
2.	Модуль 2	Нестационарное температурное поле
		Тепловая инерция. Регулярный тепловой режим.

Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного реферата.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся в соответствии с СТО СМК 02.102-2012.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература:

1. Иванов, Г.Н. Теплофизика : текст лекций / Г.Н. Иванов; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - 48 с. - Текст : непосредственный. - 66 р. - (ID=110064-45)

2. Иванов, Г.Н. Теплофизика : текст лекций / Г.Н. Иванов; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/109458> . - (ID=109458-1)

3. Савельев, И.В. Курс физики : учеб. пособие для студентов вузов : в 3 т. : в составе учебно-методического комплекса. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. - 2-е изд. ; стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2006. - 352 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-8114-0685-1 (Т. 1) : 185 р. 35 к. - (ID=61710-280)

4. Савельев, И.В. Курс физики : учеб. пособие для студентов вузов : в 3 т. : в составе учебно-методического комплекса. Т. 2 : Электричество. Колебания и

волны. Волновая оптика / И.В. Савельев. - 2-е изд. ; стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2006. - 468 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-8114-0686-X (Т. 2) : 202 р. 29 к. - (ID=61712-266)

5. Савельев, И.В. Курс физики : учеб. пособие для студентов вузов : в 3 т. : в составе учебно-методического комплекса. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И.В. Савельев. - 2-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2006. - 302 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-8114-0687-8 (Т. 3) : 180 р. 29 к. - (ID=61713-287). - (ID=108790-0)

6. Миловидова, Т. А. Теплофизика : учебное пособие / Т. А. Миловидова, А. М. Стыран. — Железногорск : СПСА, 2021. — 133 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/253817> (дата обращения: 30.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152234-0)

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Иванов, Г.Н. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / Г.Н. Иванов; Тверской государственный технический университет. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - (УМК-У). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0434-2 : 0-00. - (ID=74161-1)

2. Иванов, Г.Н. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / Г.Н. Иванов; Тверской государственный технический университет. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - 187 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 185. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0434-2 : 114 р. 30 к. - (ID=73933-123)

3. Горев, В. А. Теплофизика. Прогнозирование опасных факторов пожара : учебно-методическое пособие / В. А. Горев, Е. Ю. Челекова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 57 с. — ISBN 978-5-7264-2140-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145068> (дата обращения: 30.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152235-0)

4. Смирнов, В. Г. Теплофизика : учебное пособие / В. Г. Смирнов, В. В. Дырдин, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 171 с. — ISBN 978-5-00137-007-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115162> (дата обращения: 30.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152236-0)

5. Костин, А. В. Основы теплофизики : учебное пособие / А. В. Костин, Л. А. Воронова. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 101 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175909> (дата обращения: 30.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152237-0)



6. Дмитренко, А. В. Теплофизика в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Дмитренко. — Москва : РУТ (МИИТ), 2021. — 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/269477> (дата обращения: 30.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152238-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Оценочные средства по дисциплине "Теплофизика" направления подготовки бакалавров 20.03.01 Техносферная безопасность. Профиль - Безопасность технологических процессов и производств : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Общая физика ; сост. Г.Н. Иванов. - Тверь, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=123201-0)
2. Учебно-методический комплекс дисциплины "Теплофизика" направления подготовки бакалавров 20.03.01 Техносферная безопасность. Профиль: Безопасность технологических процессов и производств : ФГОС 3++ / Каф. Общая физика ; сост. Г.Н. Иванов. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/114242> . - (ID=114242-1)

### 7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

### ***7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет.***

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)

9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/114242>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Практические занятия обеспечены наличием на кафедре общей физики лаборатории теплофизики. Лаборатория кафедры оснащена всем необходимым оборудованием и приборами.

При изучении дисциплины «Теплофизики» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультипроектора.

## **9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации**

### **9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена**

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

### **9.2. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие владения – 0 баллов.

Наличие владения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3.

Продолжительность – 60 минут.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий:

выполнения и защиты всех практических работ.

5. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Основы теории передачи теплоты.

2. Виды переноса теплоты.

3. Уравнение теплопроводности.

4. Условия однозначности.

5. Стационарный режим теплопроводности и стационарное температурное поле.

6. Нестационарный тепловой режим. Нестационарное температурное поле.

7. Градуировка термопары, термистора.

8. Методы определения коэффициентов теплопроводности и теплообмена.

9. Определение удельной теплоемкости.

10. Теплообмен в текучих средах.

11. Определение температурного режима в химических аппаратах с гомогенной реакцией.

12. Теплообмен в системах с дисперсной твердой фазой.

13. Перенос теплоты через неподвижный слой дисперсного материала.

14. Теплообмен при гетерогенной химической реакции.

15. Перенос теплоты в объеме псевдооживленного слоя.

16. Теплообмен в рекуперативных теплообменных аппаратах.

17. Теплообмен при выпаривании растворов.

18. Аналогия процессов переноса теплоты и вещества.

### **9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студентов, изучающих дисциплину, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических заданий, а также всех видов самостоятельной работы.

### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

## Приложение

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Тверской государственной технический университет»**

Направление подготовки бакалавров 20.03.01 Техносферная безопасность  
Направленность (профиль) программы – Безопасность технологических  
процессов и производств

Кафедра «Общая физика»  
Дисциплина «Теплофизика»

### **ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №\_1\_\_**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

**Виды переноса теплоты. Закон Фурье для теплопроводности.  
Температурное поле. Градиент температуры**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

**Определить стационарное температурное поле в плоской стенке.  
Составить граничные условия.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

**Инженерный метод определения нестационарных температурных  
полей.**

**Критерии итоговой оценки за зачет:**

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: к.г.-м.н., доцент

Г.Н. Иванов

Заведующий кафедрой

А.В. Твардовский

