

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1154151	Теплофизика

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Информационные системы и технологии	Код ОП 1. 09.03.02/33.02
Направление подготовки 1. Информационные системы и технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 09.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Матюхин Владимир Ильич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теплофизика

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из одноименной дисциплины «Теплофизика». Актуальность дисциплины в рамках траектории обусловлена характерными особенностями для металлургии. Первая обусловлена тем, что масштабы производства металлов и сплавов вывели металлургию по потреблению сырья и топлива на одно из первых мест среди других отраслей. Вторая сводится к тому, что большинство процессов, связанных с переработкой сырья и промежуточных продуктов, как в чёрной, так и в цветной металлургии, протекает при повышенных и высоких температурах. И масштабы, и характер металлургических процессов неразрывно связаны с необходимостью постоянного совершенствования конструкций теплоэнергетических агрегатов, режимов их работы, повышения качества продукции и снижения расхода топлива. В решении этих задач особая роль принадлежит науке о выработке и переносе энергии (теплоты) и массы вещества, позволяющей проникнуть в сущность физико-химических и других явлений металлургии, химии, энергетики. Дисциплина посвящена изучению закономерностей движения газов, переноса тепловой энергии в различных теплоэнергетических системах. Необходимо учитывать, что основная доля получаемой тепловой энергии, которая используется в металлургических переделах, генерируется за счет сжигания различных видов топлив. Знание основ теории теплогенерации при сжигании топлива позволяет более глубоко понять процессы, протекающие в металлургических агрегатах. Рассматриваются вопросы теплообмена излучением, теплопроводности, конвективного теплообмена, а также теоретические основы приближённых аналитических и численных методов. Особое внимание уделяется выяснению связей математического описания процессов с их физическим содержанием. На всём протяжении курса демонстрируются преимущества использования распространённых компьютерных математических пакетов при анализе типовых теплофизических задач.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Теплофизика	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Теплофизика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов
	ПК-14 - Способность проводить исследование объектов информатизации в области металлургии, формализовать потребности пользователей в виде требований к информационной системе, осуществлять проектирование информационных систем малого и среднего масштаба и сложности.	<p>З-4 - Характеризовать объекты информатизации в металлургии</p> <p>У-4 - Определять последовательность этапов построения автоматизированных систем для объектов информатизации в металлургии малого и среднего масштаба сложности.</p> <p>П-4 - Разрабатывать проекты автоматизированных информационных систем с применением существующих технологий и средств инструментального программного обеспечения с учетом потребностей пользователей</p>
	ПК-15 - Способность моделировать технологические	З-2 - Перечислить принципы и закономерности основных технологических процессов производства и обработки

	<p>процессы и объекты в металлургии.</p>	<p>черных и цветных металлов, устройства и оборудование для их осуществления.</p> <p>У-2 - Выбирать системные модели и математические схемы разработки в ходе моделирования технологических процессов производства и обработки черных и цветных металлов с учетом их закономерностей и особенностей.</p>
	<p>ПК-16 - Способность разрабатывать, совершенствовать, адаптировать и сопровождать информационные системы в металлургии, выполнять интеграцию программных компонент системы и проверять работоспособность версий программного продукта.</p>	<p>З-2 - Сформулировать принципы действия первичных измерительных преобразователей (датчиков физических величин), средств воздействия на процесс (исполнительных механизмов и регулирующих органов) и программируемых логических контроллеров в информационных системах в металлургии</p> <p>У-2 - Выбирать первичные измерительные преобразователи (датчики), исполнительные механизмы, регулирующие органы и программируемые логические контроллеры для разработки инструментальных информационных систем в металлургии</p> <p>П-2 - Выполнять комплектацию с обоснованием выбора элементов инструментальных информационных систем в металлургии датчиковой аппаратурой, контроллерами и вспомогательной регулирующей и запорной арматурой</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и очно-заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теплофизика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Матюхин Владимир Ильич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Матюхин Владимир Ильич, Доцент, теплофизики и информатики в металлургии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Теплогенерация за счет химической энергии топлива, сырья и электроэнергии	Основные характеристики топлива (химический состав, неполнота горения, поведение при нагреве, теплотворность). Общая классификация и характеристика твердого, жидкого и газообразных видов топлива. Расчеты процессов горения топлива. Теплогенерация за счет электроэнергии и за счет химической энергии сырьевых материалов.
P2	Механика жидкостей и газов	Основные понятия и определения. Понятия установившегося (стационарного) и неустановившегося (нестационарного) движения. Уравнение неразрывности потока. Силы, действующие в движущейся идеальной среде. Уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли для определения давлений в движущемся потоке. Режимы движения реальной среды. Число Рейнольдса. Уравнение движения реальной среды (уравнение Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для реальных газов. Понятие о пограничном слое. Основные следствия из законов состояния газов. Виды давлений, их расчет и измерение, взаимный переход. Потери давления на трение и местные сопротивления.
P3	Передача тепловой энергии	Физические основы передачи теплоты теплопроводностью. Закон Фурье для стационарных условий. Коэффициент

		<p>теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью в стенках. Тепловое сопротивление стенки.</p> <p>Конвективный теплообмен. Связь коэффициента теплообмена с толщиной пограничного слоя. Числа подобия конвективного теплообмена (Нуссельта, Прандтля), их физический смысл.</p> <p>Теплоотдача при свободной конвекции. Характер движения потока в большом объеме. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя.</p> <p>Основные понятия и определения. Энергия излучения.</p> <p>Поток излучения, типы лучистых потоков. Плотность потока излучения. Интенсивность излучения, энергетическая яркость. Спектральная плотность интенсивности излучения. Радиационные характеристики тела как приёмника излучения.</p> <p>Модель серого тела. Особенности излучения газов.</p> <p>Нестационарная теплопроводность. Термически тонкие и массивные тела. Зависимость общего вида решения уравнения теплопроводности от типа граничных условий.</p> <p>Нагрев и охлаждение тел при граничных условиях III рода.</p> <p>Задача стационарной теплопередачи на примере полуограниченной пластины и длинного цилиндра.</p>
P4	Массообмен	<p>Аналогия процессов переноса массы, теплоты и количества движения (импульса). Дифференциальные уравнения конвективного массопереноса. Числа подобия конвективного массопереноса.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	<p>ПК-14 - Способность проводить исследование объектов информатизации в области металлургии, формализовать потребности пользователей в виде требований к информационной системе, осуществлять</p>	<p>П-4 - Разрабатывать проекты автоматизированных информационных систем с применением существующих технологий и средств инструментального программного обеспечения с учетом</p>

			проектирование информационных систем малого и среднего масштаба и сложности.	потребностей пользователей
			ПК-15 - Способность моделировать технологические процессы и объекты в металлургии.	У-2 - Выбирать системные модели и математические схемы разработки в ходе моделирования технологических процессов производства и обработки черных и цветных металлов с учетом их закономерностей и особенностей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Металлургическая теплотехника : учебное пособие.; ФЛИНТА, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461092> (Электронное издание)
2. Архипов, В., В.; Физико-химические основы процессов тепломассообмена : учебное пособие.; Издательство Томского политехнического университета, Томск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086> (Электронное издание)
3. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие.; Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), Ставрополь; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (Электронное издание)
4. Зейнетдинов, Р. А.; Тепломассообмен в элементах теплотехнического оборудования. Основы тепломассообмена: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=621145> (Электронное издание)
5. Кудинов, И. В.; Теоретические основы теплотехники : учебное пособие. I. Термодинамика; Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256110> (Электронное издание)
6. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> (Электронное издание)

7. ; *Металлургическая теплотехника : учебное пособие.*; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617615> (Электронное издание)
8. Тинькова, С. М.; *Теплофизика и металлургическая теплотехника : учебное пособие.*; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/84161.html> (Электронное издание)
9. Ульянов, В. А.; *Огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы для печей : учебное пособие.*; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564327> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Гущин, С. Н., Казяев, М. Д., Крюченков, Ю. В., Кутьин, В. Б., Лобанов, В. И., Ярошенко, Ю. Г.; *Теория и практика теплогенерации : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия".*; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (10 экз.)
2. Лисиенко, В. Г., Щелоков, Я. М., Ладыгичев, М. Г.; *Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование : справочник : в 3 кн. Кн. 1.* ; Теплотехника, Москва; 2003 (2 экз.)
3. Лисиенко, В. Г., Щелоков, Я. М., Ладыгичев, М. Г.; *Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование : справочник : в 3 кн. Кн. 2.* ; Теплотехника, Москва; 2004 (15 экз.)
4. Лисиенко, В. Г., Щелоков, Я. М., Ладыгичев, М. Г.; *Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование : справочник : в 3 кн. Кн. 3.* ; Теплотехник, Москва; 2004 (13 экз.)
5. Гущин, С. Н., Агеев, Н. Г., Крюченков, Ю. В., Ярошенко, Ю. Г.; *Теоретические основы энерготехнологических процессов цветной металлургии : Учебник для студентов вузов, обучения по специальности 110200 - "Металлургия цв. металлов".*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2000 (16 экз.)
6. Швыдкий, В. С., Ладыгичев, М. Г., Шаврин, В. С.; *Математические методы теплофизики : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Теплофизика, автоматизация и экология пром. печей".*; Теплотехник, Москва; 2005 (12 экз.)
7. Сапожников, Б. Г., Белоусов, В. С.; *Тепломассообмен : учебное пособие.*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (19 экз.)
8. Островская, А. В., Сапожников, Б. Г.; *Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 - Энергетическое машиностроение.*; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
9. , Ярошенко, Ю. Г.; *Теплофизические основы тепловой работы металлургических слоевых печей и агрегатов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия и 09.03.02, 09.04.02 - Информационные системы и технологии.*; Агентство Маркетинговых Коммуникаций "День РА", Екатеринбург; 2019 (2 экз.)
10. Ярошенко, Ю. Г., Ярошенко, Ю. Г.; *Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400 "Металлургия".*; УИПЦ, Екатеринбург; 2012 (49 экз.)
11. Гущин, С. Н., Казяев, М. Д.; *Расчеты горения топлив : Учеб. пособие.*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 1995 (1 экз.)
12. Гущин, С. Н., Агеев, Н. Г., Крюченков, Ю. В., Ярошенко, Ю. Г.; *Теоретические основы энерготехнологических процессов цветной металлургии : Учебник для студентов вузов, обучения по специальности 110200 - "Металлургия цв. металлов".*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2000 (16 экз.)
13. , Прибытков, И. А.; *Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства : Сб. задач : Учеб. пособие для студентов металлург. специальностей вузов.*; Металлургия, Москва; 1993 (13 экз.)

14. ; Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства : Учебник для вузов.; Металлургия, Москва; 1993 (36 экз.)
15. , Казяев, М. Д., Крючков, Ю. В., Кутыин, В. Б., Лобанов, В. И.; Основы теории теплогенерации : Учебник для студентов металлург. специальностей вузов.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (4 экз.)
16. Чередниченко, В. С., Чередниченко, В. С.; Электрические печи сопротивления. Конструкции и эксплуатация электропечей сопротивления; [Изд-во НГТУ], Новосибирск; 2006 (1 экз.)
17. , Воронов, Г. В.; Теплофизика : практикум для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов; 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2021 (5 экз.)
18. , Воронов, Г. В.; Металлургическая теплотехника : практикум для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов; 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2021 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- зональная научная библиотека УрФУ [сайт], URL: <http://lib.urfu.ru>;
- портал информационно-образовательных ресурсов, URL: <http://study.urfu.ru>;
- электронный научный архив УрФУ [сайт], URL: <https://elar.urfu.ru>.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- ЭБС "Лань". Издательство "Лань", URL: <http://e.lanbook.com>;
- eLibrary. ООО Научная электронная библиотека, URL: <http://elibrary.ru>;
- Scopus Elsevier, URL: <http://www.scopus.com>;
- Web of Science Core Collection. Web of Science, URL: <http://apps.webofknowledge.com>;
- ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа», URL: <http://www.biblioclub.ru>;
- IEEE Xplore Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE), URL: <http://www.ieee.org/ieeexplore>;
- проект в сфере массового онлайн-образования Coursera, URL: <https://www.coursera.org>;
- Российский портал открытого образования [сайт], URL: <https://openedu.ru>;
- web-портал компании Microsoft [сайт], URL www.microsoft.com/ru-ru;
- электронная библиотека стандартов IT-GOST.RU [сайт], URL: it-gost.ru.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
--	--	--	--