

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2026 11:39:16
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г.Балашов

«05» сентября 2026 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технической термодинамики»

Направление подготовки - 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Конструирование и производство технологического оборудования для производства электронной компонентной базы»

Программа разработана в Передовой инженерной школе

«Средства проектирования и производства
электронной компонентной базы»

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК- 4 «Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4.ОТТ. Способен осуществлять расчётно-аналитический контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части обеспечения требуемых тепловых режимов и характеристик технических объектов с использованием методов термодинамики и теплопередачи.	– расчет и проектирование технических систем, устройств и технологических процессов производства изделий микроэлектроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	Знания: основных законов и соотношений технической термодинамики; физических основ и расчётных моделей теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена; методов определения температурных полей, тепловых потоков, коэффициентов теплоотдачи и термических сопротивлений; требований нормативной и технической документации к тепловым режимам и теплотехническим характеристикам объектов. Умения: анализировать требования нормативной и технической документации; выбирать расчётную модель, исходные данные и граничные условия; выполнять проверочные расчёты теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена; сопоставлять результаты с установленными требованиями; выявлять несоответствия и формулировать предложения по их устранению. Опыт деятельности: по проведению расчётно-аналитического контроля теплового режима объекта на соответствие установленным требованиям с оформлением проверочного расчёта, заключения о соответствии и рекомендаций по корректировке проектных решений и технической документации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине:

-знание основ высшей математики и общей физики, включая элементы дифференциального и интегрального исчисления, основные положения молекулярной физики, закономерности тепловых явлений и свойства веществ;

-умение формулировать физическую и расчётную постановку инженерной задачи, использовать систему единиц СИ, выполнять базовые инженерные расчёты, анализировать графические и табличные зависимости и оценивать достоверность полученных результатов;

-владение навыками поиска и критического анализа научно-технической информации, обработки и представления расчётных данных с использованием программных средств, а также общими представлениями о составе и назначении проектной, технической и нормативной документации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	6	5	180	32	16	16	80	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Основы технической термодинамики и нормативное	8	4	4	20	Защита лабораторных работ
					Защита практического задания

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
задание тепловых режимов технических объектов					Тестирование
2. Теплопроводность и расчётно-аналитический контроль температурных полей	8	4	4	20	Защита лабораторных работ
					Защита практического задания
					Тестирование
3. Конвективный теплообмен и контроль тепловых режимов технических объектов	8	4	4	20	Защита лабораторных работ
					Защита практического задания
					Тестирование
4. Лучистый и сложный теплообмен. Проверка соответствия проектных решений и технической документации	8	4	4	20	Защита лабораторных работ
					Защита практического задания
					Тестирование

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основные понятия технической термодинамики. Предмет и задачи технической термодинамики. Термодинамическая система, окружающая среда, граница системы. Закрытые и открытые системы. Равновесное состояние и термодинамический процесс. Основные параметры состояния. Тепловые режимы технических объектов как объект расчётно-аналитического контроля.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	2	2	Термодинамические свойства рабочих тел. Давление, температура, удельный объём, плотность. Уравнение состояния. Идеальный и реальный газ. Газовые смеси. Теплоёмкость. Внутренняя энергия и энтальпия. Использование таблиц, диаграмм и справочных данных при выполнении инженерных расчётов.
	3	2	Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Закон сохранения энергии. Первый закон термодинамики для закрытых систем и стационарного потока. Тепловой и энергетический балансы технических объектов. Мощность источников и потребителей энергии.
	4	2	Термодинамические процессы и второй закон термодинамики. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Политропный процесс. Энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины, холодильные установки, коэффициенты эффективности. Использование термодинамических ограничений при проверке проектных решений.
2	5	2	Основы теории теплопроводности. Физическая природа теплопроводности. Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.
	6	2	Стационарная теплопроводность. Теплопроводность плоской, цилиндрической и сферической стенок. Многослойные конструкции. Термические сопротивления и тепловые цепи. Контактное термическое сопротивление. Расчёт тепловых потоков и температур на границах слоёв.
	7	2	Теплопроводность конструктивных элементов с внутренними источниками теплоты. Температурные поля пластин, стержней и балок. Теплопроводность ребристых поверхностей. Эффективность ребра. Модель распределения температуры по длине нагреваемого элемента. Тепловые микроактюаторы как пример расчётного объекта.
	8	2	Нестационарная теплопроводность. Тепловая инерция, постоянная времени и динамика нагрева. Регулярный тепловой режим. Число Био и критерии применимости сосредоточенной модели. Построение и проверка расчётных моделей. Оценка погрешности и достоверности результатов расчёта температурного поля.
3	9	2	Основы теории конвективного теплообмена. Физическая природа конвекции. Свободное и вынужденное движение жидкости или газа. Закон Ньютона — Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
	10	2	Теория подобия в задачах конвективного теплообмена.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Ламинарный и турбулентный режимы. Критерии Рейнольдса, Прандтля, Нуссельта, Грасгофа и Рэлея. Критериальные зависимости. Выбор расчётной зависимости и оценка области её применимости.
	11	2	Теплоотдача при вынужденной конвекции. Теплообмен при движении жидкости и газа в каналах и при внешнем обтекании. Влияние скорости потока, геометрии и свойств среды. Термоанемометры и тепловые датчики расхода как примеры использования вынужденного конвективного теплообмена.
	12	2	Теплоотдача при свободной и смешанной конвекции. Возникновение свободного движения среды. Теплообмен около нагретых поверхностей. Совместное действие свободной и вынужденной конвекции. Конвективные тепловые микроакселерометры. Оценка температуры нагревателя и быстродействия тепловой системы.
4	13	2	Основы теории теплового излучения. Физическая природа теплового излучения. Энергетические характеристики излучения. Абсолютно чёрное тело. Законы Планка, Стефана — Больцмана, Вина и Кирхгофа. Интенсивность и плотность потока излучения.
	14	2	Лучистый теплообмен между телами. Поглощательная, отражательная и пропускательная способности поверхностей. Серые тела. Степень черноты. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен между произвольно расположенными телами и телом, находящимся в оболочке.
	15	2	Сложный теплообмен. Совместное действие теплопроводности, конвекции и излучения. Коэффициент теплопередачи. Тепловой баланс технического объекта. Приёмники теплового излучения, болометры и микроболометрические структуры как примеры объектов сложного теплообмена.
	16	2	Расчётно-аналитический контроль тепловых проектных решений. Представление требований к температуре, перегреву, тепловому потоку, мощности и условиям эксплуатации в стандартах, технических условиях, техническом задании и проектной документации. Последовательность проверочного расчёта. Сопоставление результатов с допустимыми значениями. Оформление заключения о соответствии и рекомендаций по устранению выявленных несоответствий.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Выявление и систематизация требований к тепловым режимам технического объекта. Поиск в сети Интернет справочных и нормативно-технических материалов. Анализ предоставленных фрагментов технического задания, технических условий и проектной документации. Составление в табличном процессоре перечня контролируемых параметров, допустимых значений и условий проверки.
	2	2	Составление энергетического баланса технического объекта. Выбор границ термодинамической системы, определение входящих и выходящих потоков энергии. Расчёт теплоты, работы, внутренней энергии и энтальпии по подготовленному учебному примеру. Сопоставление результатов с заданными ограничениями. Оформление расчёта средствами офисного пакета.
2	3	2	Выбор расчётной модели процесса теплопроводности. Анализ конструкции теплового элемента по предоставленной схеме. Определение механизма переноса теплоты, геометрии расчётной области, теплофизических свойств, источников теплоты, начальных и граничных условий. Подготовка алгоритма проверочного расчёта.
	4	2	Проверка температурного режима многослойного элемента или теплового микроактюатора. Расчёт тепловых сопротивлений, теплового потока и температур характерных точек в табличном процессоре. Сравнение максимальной температуры с допустимым значением. Подготовка вывода о соответствии и рекомендаций по изменению конструкции или режима работы.
3	5	2	Выбор расчётных зависимостей для конвективного теплообмена. Определение режима движения среды и критериев подобия. Поиск теплофизических свойств среды в электронных справочных источниках. Выбор критериальной зависимости для заданной геометрии и оценка области её применимости.
	6	2	Проверка теплового режима объекта при конвективном охлаждении. Расчёт коэффициента теплоотдачи и температуры нагревательного элемента на примере термоанемометра, нагреваемого канала или конвективного микроакселерометра. Параметрический анализ влияния скорости потока и температуры среды. Формирование заключения о соответствии.
4	7	2	Расчёт лучистого и сложного теплообмена. Определение результирующего лучистого потока, температуры поверхности и доли отдельных механизмов теплообмена на подготовленном

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			примере теплового приёмника или нагреваемого элемента. Обработка исходных данных и результатов в табличном процессоре.
	8	2	Комплексная проверка проектного решения и оформление технического заключения. Анализ предоставленного учебного комплекта исходных данных и технической документации. Выполнение проверочных расчётов, составление таблицы соответствия, фиксация выявленных отклонений и подготовка средствами текстового редактора заключения с обоснованными рекомендациями.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Компьютерное исследование термодинамических процессов идеального газа. Выполнение расчётов изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного процессов в подготовленном шаблоне табличного процессора. Построение таблиц и графиков изменения параметров состояния, теплоты и работы. Проверка энергетического баланса.
	2	2	Исследование энергетического баланса технической системы. Расчёт тепловой мощности и изменения состояния рабочего тела по подготовленной компьютерной модели закрытой или проточной системы. Варьирование исходных параметров, оценка чувствительности результата и сравнение с установленными ограничениями.
2	3	2	Исследование стационарной теплопроводности многослойной конструкции. Расчёт распределения температуры и теплового потока средствами табличного процессора. Исследование влияния толщины слоёв, коэффициентов теплопроводности и контактного термического сопротивления. Построение температурного профиля.
	4	2	Исследование температурного поля и динамики нагрева теплового микроактюатора. Использование подготовленной расчётной модели балки или многослойной биморфной структуры. Определение максимальной температуры, постоянной времени и

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			времени выхода на установившийся режим. Проверка соблюдения заданного температурного ограничения.
3	5	2	Компьютерное исследование вынужденного конвективного теплообмена. Расчёт критериев подобия, коэффициента теплоотдачи и температуры чувствительного элемента термоанемометра или нагретого элемента в канале. Исследование влияния скорости и свойств потока. Построение расчётных зависимостей.
	6	2	Исследование свободной конвекции в тепловом техническом объекте. Расчёт теплоотдачи от нагретой поверхности или нагревателя конвективного микроакселерометра. Изменение ориентации, размеров, мощности и температуры окружающей среды. Оценка устойчивости теплового режима и соответствия допустимой температуре.
4	7	2	Компьютерное исследование лучистого теплообмена теплового приёмника. Расчёт поглощённой и излучаемой мощности, равновесной температуры и чувствительности теплового приёмника или болометрической структуры. Исследование влияния степени черноты, площади поверхности и температуры окружающих тел.
	8	2	Комплексное исследование теплового режима технического объекта. Расчёт совместного действия теплопроводности, конвекции и излучения в подготовленной учебной модели. Автоматизированное сравнение результатов с заданными допустимыми значениями. Формирование таблиц, графиков и отчёта с заключением о соответствии проектного решения.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к лекциям № 1–4, работа с электронными учебными материалами, справочными и нормативно-техническими источниками
	2	Подготовка и прохождение тестирования по модулю 1
	4	Выполнение практических заданий № 1–2 с оформлением расчётов, таблиц и заключений средствами офисного пакета

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
	5	Подготовка к лабораторной работе № 1, обработка результатов, оформление отчёта и подготовка к защите
	5	Подготовка к лабораторной работе № 2, обработка результатов, оформление отчёта и подготовка к защите
2	4	Подготовка к лекциям № 5–8, работа с электронными учебными материалами, справочными и нормативно-техническими источниками
	2	Подготовка и прохождение тестирования по модулю 2
	4	Выполнение практических заданий № 3–4 с оформлением проверочных теплотехнических расчётов и заключений о соответствии
	5	Подготовка к лабораторной работе № 3, обработка результатов, оформление отчёта и подготовка к защите
	5	Подготовка к лабораторной работе № 4, обработка результатов, оформление отчёта и подготовка к защите
3	4	Подготовка к лекциям № 9–12, работа с электронными учебными материалами, справочными и нормативно-техническими источниками
	2	Подготовка и прохождение тестирования по модулю 3
	4	Выполнение практических заданий № 5–6 с использованием справочных интернет-ресурсов и оформлением результатов средствами офисного пакета
	3	Подготовка к лабораторной работе № 5, обработка результатов, построение графиков, оформление отчёта и подготовка к защите
	3	Подготовка к лабораторной работе № 6, обработка результатов, построение графиков, оформление отчёта и подготовка к защите
4	4	Подготовка к лекциям № 13–16, работа с электронными учебными материалами, справочными и нормативно-техническими источниками
	2	Подготовка и прохождение тестирования по модулю 4
	4	Выполнение практических заданий № 7–8 с подготовкой таблицы соответствия и технического заключения по результатам расчётов
	5	Подготовка к лабораторной работе № 7, обработка результатов, оформление отчёта и подготовка к защите
	5	Подготовка к лабораторной работе № 8, обработка результатов, оформление отчёта и подготовка к защите

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены]

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1 «Основы технической термодинамики и нормативное задание тепловых режимов технических объектов»

- ✓ конспект лекций № 1–4 по дисциплине;
- ✓ электронные учебные материалы по основам технической термодинамики, термодинамическим процессам и энергетическим балансам;
- ✓ справочные материалы по термодинамическим свойствам рабочих тел;
- ✓ учебные фрагменты технических заданий, технических условий и проектной документации, содержащие требования к тепловым режимам технических объектов;
- ✓ методические указания и задания к практическим занятиям № 1–2;
- ✓ подготовленные учебные примеры, исходные данные и шаблоны расчётов к практическим занятиям № 1–2;
- ✓ методические указания по выполнению лабораторных работ № 1–2;
- ✓ шаблоны компьютерных моделей, электронных таблиц и отчётов по лабораторным работам № 1–2;
- ✓ материалы для подготовки и прохождения тестирования по модулю 1;
- ✓ материалы для подготовки к экзамену по темам модуля 1.

Модуль 2 «Теплопроводность и расчётно-аналитический контроль температурных полей»

- ✓ конспект лекций № 5–8 по дисциплине;
- ✓ электронные учебные материалы по стационарной и нестационарной теплопроводности;
- ✓ справочные материалы по теплофизическим свойствам конструкционных и функциональных материалов;
- ✓ методические указания и задания к практическим занятиям № 3–4;
- ✓ подготовленные расчётные примеры многослойных конструкций, нагреваемых элементов и тепловых микроактюаторов;
- ✓ методические указания по выполнению лабораторных работ № 3–4;
- ✓ шаблоны компьютерных моделей, электронных таблиц, алгоритмов расчёта температурных полей и форм отчётов по лабораторным работам № 3–4;
- ✓ материалы для подготовки и прохождения тестирования по модулю 2;
- ✓ материалы для подготовки к экзамену по темам модуля 2.

Модуль 3 «Конвективный теплообмен и контроль тепловых режимов технических объектов»

- ✓ конспект лекций № 9–12 по дисциплине;
- ✓ электронные учебные материалы по свободной, вынужденной и смешанной конвекции;
- ✓ справочные материалы по теплофизическим свойствам жидкостей и газов;

- ✓ таблицы и методические рекомендации по выбору критериальных зависимостей конвективного теплообмена;
- ✓ методические указания и задания к практическим занятиям № 5–6;
- ✓ подготовленные расчётные примеры термоанемометров, тепловых датчиков расхода и конвективных микроакселерометров;
- ✓ методические указания по выполнению лабораторных работ № 5–6;
- ✓ шаблоны компьютерных моделей, электронных таблиц, графиков и форм отчётов по лабораторным работам № 5–6;
- ✓ материалы для подготовки и прохождения тестирования по модулю 3;
- ✓ материалы для подготовки к экзамену по темам модуля 3.

Модуль 4 «Лучистый и сложный теплообмен. Проверка соответствия проектных решений и технической документации»

- ✓ конспект лекций № 13–16 по дисциплине;
- ✓ электронные учебные материалы по лучистому и сложному теплообмену;
- ✓ справочные материалы по радиационным характеристикам поверхностей и угловым коэффициентам излучения;
- ✓ учебные фрагменты нормативной, проектной и технической документации, содержащие требования к допустимым температурам, тепловым потокам, перегревам и условиям эксплуатации;
- ✓ методические указания и задания к практическим занятиям № 7–8;
- ✓ подготовленные расчётные примеры приёмников теплового излучения, болометрических структур и объектов со сложным теплообменом;
- ✓ методические указания по выполнению лабораторных работ № 7–8;
- ✓ шаблоны компьютерных моделей, электронных таблиц, таблиц соответствия и отчётов по лабораторным работам № 7–8;
- ✓ методические указания по выполнению расчётно-аналитической проверки проектного решения и оформлению заключения о соответствии;
- ✓ шаблон технического заключения по результатам проверочного теплотехнического расчёта;
- ✓ материалы для подготовки и прохождения тестирования по модулю 4;
- ✓ материалы для подготовки к экзамену по темам модуля 4.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы : Учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 9-е изд., электронное издание. - Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2025. - 210 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/495368> (дата обращения: 27.02.2026). - ISBN 978-5-93208-864-7. - Текст : электронный.
2. Савельев И.В. Курс общей физики : В 5-ти т.: Учеб. пособие. Т. 3. Молекулярная физика и термодинамика / И.В. Савельев. - 7-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2025. - 212 с.

- URL: <https://e.lanbook.com/book/505507> (дата обращения: 27.02.2026). - ISBN 978-5-8114-9197-1.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учеб. пособие. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. - 6-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2021. - 544 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 21.06.2026). - ISBN 978-5-9221-1514-8. - Текст : электронный.

Периодические издания

1. ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ = SEMICONDUCTORS / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе; Гл. ред. Р.А. Сурис. - СПб. : Наука, 1967 - . – URL: <https://link.springer.com/journal/11453> (дата обращения: 21.06.2026)
2. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : ИКЦ Академкнига, 2006 - . URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10601> (дата обращения: 21.06.2026)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека : сайт. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. (дата обращения: 21.07.2026) - Режим доступа : для зарегистрир. пользователей.
2. Электронно-библиотечная система Лань : URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 21.06.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
3. Электронно-библиотечная система Znanium : URL: <https://znanium.ru> (дата обращения: 21.06.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение: основано на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

В дисциплине применяется также иммерсивный метод обучения с применением интерактивной VR-лаборатории «Термическая диффузия». VR-технология позволяет создать виртуальные двойники сложного оборудования, предоставляя студентам безопасную и доступную среду для изучения и отработки профессиональных навыков

Освоение дисциплины обеспечивается ресурсами, размещенными в электронной информационно-образовательной среде ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя и др.

Для прохождения тестирования используется функционал Moodle.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, методических рекомендаций для лабораторных работ и ПОП, литературы и видеороликов по тематике курса и др.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс, аудитория №4116	Компьютеры Raskat Station 930 (r9 7900X, B650, RAM 32Gb, SSD 1Tb, 16Gb A4000, 650W, NoOS) WR3/456	Microsoft Office Professional Plus 2013 (п. 15. Реестра ПО). Adobe Reader. Интерактивная VR-лаборатория «Термическая диффузия»
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-4.ОТТ «Способен осуществлять расчётно-аналитический контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части обеспечения требуемых тепловых режимов и характеристик технических объектов с использованием методов термодинамики и теплопередачи».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Изучение дисциплины включает в себя различные формы учебной работы: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельную работу студентов (СРС), а также контрольные мероприятия.

Программа дисциплины реализуется в модульной форме: материал подаётся последовательно, переход к следующему модулю возможен только после подтверждения освоения предыдущего. Освоение тем проверяется с помощью контрольных работ и/или тестирования по каждому модулю.

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие аналитических навыков и углублённое понимание механизмов физикотермических процессов и функционирования профильного оборудования. Основу СРС составляют задания

исследовательского и расчётного характера, которые ориентированы на практические аспекты инженерной деятельности.

Особое внимание в организации СРС уделяется публичному представлению её результатов. Демонстрация и защита выполненных заданий проводится в форме докладов и обсуждений на практических занятиях, что способствует формированию у студентов навыков профессиональной коммуникации и аргументации технических решений.

Результаты выполнения лабораторных работ, заданий СРС и контрольных мероприятий подлежат обязательной загрузке в электронное портфолио студента через систему ОРИОКС.

По завершении курса предусмотрен экзамен. Итоговая оценка формируется на основе накопленной рейтинговой системы, учитывающей результаты всех форм учебной активности.

Более подробная информация изложена в сценарии дисциплины.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме – до 80 баллов включительно).

По завершению изучения дисциплины предусмотрен экзамен (20 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в сценарии по дисциплине.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету: *удовлетворительно* – от 50 до 69 баллов включительно; *хорошо* – от 70 до 84 включительно; *отлично* – более 85 баллов включительно.

Структура и график контрольных мероприятий доступен в журнале успеваемости в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института НМСТ, к.т.н.



/С.С. Евстафьев/

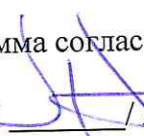
Рабочая программа дисциплины «Основы технической термодинамики» по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Конструирование и производство технологического оборудования для производства электронной компонентной базы», разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании Института НМСТ 26 июня 2026 года, протокол № 11.

Директор Института НМСТ

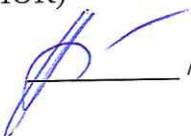
 / С.П.Тимошенко/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ  / А.Л. Переверзев /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества (АНОК)

Начальник АНОК  /Никулина И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки

 /Филиппова Т.П./