

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 22 » 12 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.15 Тепломассообмен

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки Энергетика теплотехнологий

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

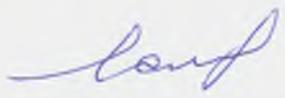
Курс, семестр 2, 3 курс, 4, 5 семестр

	Семестр 4		Семестр 5	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	12	0,34
Практические занятия	18	0,5	12	0,33
Семинарские занятия				
Лабораторные занятия	18	0,5	12	0,33
Самостоятельная работа	54	1,5	27	0,75
Форма аттестации	Зачет		Экзамен 45	1,25
Всего	108	3	108	3
Всего за курс	216	6		

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1081 от 01.10.2015 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю «Энергетика теплотехнологий», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2017 гг.

Разработчик программы:
Доцент каф. ТОТ



О.А. Лонцаков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ, протокол от 20.10.2017 г. № 4.

Зав. кафедрой, профессор

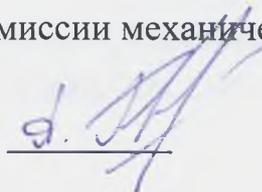


Ф.М. Гумеров

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 21.12.2017 г. № 10.

Председатель комиссии, доцент

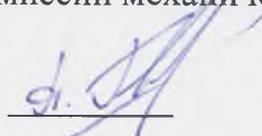


А.В. Гаврилов

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 21.12.2017 г. № 10.

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Тепломассообмен» являются:

- а) дать основные сведения по процессам переноса тепла и массы, достаточные для проведения тепловых расчетов аппаратов химической технологии;
- б) подготовка бакалавров, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов;
- в) получение студентами знаний о тепловых процессах и аппаратах, прикладных вопросах массообмена и массопередачи для выполнения расчетов при проектировании или энергетической модернизации различных тепло- и массообменных аппаратов и установок с применением методов математического и физического моделирования, с использованием современных средств вычислительной техники.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепломассообмен» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической, расчётно-проектной и проектно-конструкторской видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Тепломассообмен» бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) техническая термодинамика;
- б) физика;
- г) математика;
- в) введение в специальность.

Дисциплина «Тепломассообмен» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- 1) Теплотехнологические комплексы и безотходные системы;
- 2) Высокотемпературные процессы и установки;
- 3) Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях;

- 4) Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Тепломассообмен» могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-2 способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) основные законы и фундаментальные принципы тепло- и массообмена;
б) методы теплового расчета при проектировании или реконструкции парогенерирующих установок;
в) знать свойства источников энергии при их выборе для осуществления заданного теплотехнологического процесса;
г) основные законы переноса тепла и массы;
д) методы расчета теплообменных аппаратов.
- 2) Уметь: а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара и других веществ;
б) выполнять расчеты при проектировании или энергетической модернизации различных тепло- и массообменных аппаратов и установок с применением методов математического и физического моделирования, с использованием современных средств вычислительной техники. ;
в) пользоваться справочной литературой, диаграммами.

3) Владеть: а) Методами повышения эффективности использования подводимой энергии;

б) основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Тепломассообмен»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	4	2	-	-	6	Индивидуальные и контрольные задания
2	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	4	2	4	-	6	Решение задач по разделу
3	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	4	2	8	8	6	Индивидуальная контрольная работа, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	4	2	-	-	6	Решение задач по разделу
5	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	4	2	-	-	6	Решение задач по разделу
6	Тема 6. Основы теории подобия, кон-	4	2	-	-	6	Индивидуальные контрольные задания

	станты и инварианты подобия.						
7	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	4	2	2	3	6	Расчетно-графическая работа, отчет по лабораторным работам
8	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	4	2	2	4	6	Индивидуальные контрольные задания, отчет по лабораторным работам
9	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	4	2	2	3	6	Тесты, отчет по лабораторным работам
Итого в 4 семестре:			18	18	18	54	<i>Зачет</i>
10	Тема 10. Конвективный теплообмен в однородной среде.	5	2	6	-	4	Работа в форме индивидуальных контрольных заданий
11	Тема 11. Законы сохранения массы, энергии, импульса.	5	2	-	-	4	Индивидуальные контрольные задания
12	Тема 12. Теплообмен при химических превращениях.	5	2	-	-	4	Индивидуальные контрольные задания
13	Тема 13. Нестационарные процессы теплопроводности.	5	2	6	12	6	Решение задач с использованием ПЭВМ, в том числе в среде ANSYS, отчет по лабораторным работам
14	Тема 14. Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз.	5	2	-	-	4	Индивидуальные контрольные задания
15	Тема 15. Абсорбция. Конструкции абсорбционных аппаратов.	5	2	-	-	5	Решение задач в среде ChemCAD
Итого в 5 семестре:			12	12	12	27	<i>экзамен</i>

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	2	Теплопередача – сложный комплексный процесс. Элементарные формы переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и тепловое излучение.	Теплопроводность. Основной закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	ОПК-2, ПК-2
2	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	2	Теплопроводность при стационарном режиме однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.	Вывод расчетных уравнений теплопроводности при стационарном режиме для случая однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.	ОПК-2, ПК-2
3	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	2	Конвективный теплообмен и теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Процессы теплопередачи.	Основное уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи и полное термическое сопротивление. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи и полное линейное термическое сопротивление. Расчет площади поверхности теплообменного аппарата имеющего цилиндрическую форму.	ОПК-2, ПК-2
4	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	2	Интенсификация процессов теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку. Тепловая изоляция.	Основы расчета теплообменных аппаратов. Проектный и поверочный расчеты. Средняя логарифмическая разность температур. Условие рационального выбора материала для тепловой изоляции. Последовательность расчета тепло-	ОПК-2, ПК-2

				вой изоляции наносимой на трубопроводы.	
5	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	2	Математическое описание процесса теплоотдачи.	Математическое описание процесса теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена: энергии, движения, неразрывности. Условия однозначности.	ОПК-2, ПК-2
6	Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.	2	Основы теории подобия, константы и инварианты подобия. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена для пограничного слоя в безразмерных переменных.	Метод масштабных преобразований. Числа подобия. Три теоремы подобия. Уравнения подобия, физический смысл чисел гидродинамического и теплового подобия.	ОПК-2, ПК-2
7	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	2	Тепловые процессы и аппараты.	Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Расчет тепловой производительности и конечных температур рабочих жидкостей. Требования к теплоносителям, области их применения. Потери эксергии от конечной разности температур. Эксергетический К.П.Д. теплообменного аппарата. Классификация и конструкция теплообменников.	ОПК-2, ПК-2
8	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	2	Теплоотдача при кипении. Механизм явления. Пленочная и капельная конденсация.	Пузырьковое и пленочное кипение. Кризисы кипения. Расчет коэффициента теплоотдачи в условиях ламинарного, ламинарно-волнового, и смешанного режимов течения пленки конденсата. Влияние на интенсивность теплоотдачи при пленочной конденсации присутствующих в паре неконденсирующихся газов, других факторов.	ОПК-2, ПК-2
9	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	2	Законы теплового излучения	Законы Планка, смещение Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Спектры излучения. Сложный теплооб-	ОПК-2, ПК-2

				мен	
10	Тема 10. Конвективный теплообмен в однородной среде.	2	Конвективный теплообмен в однородной среде.	Локальная теплоотдача при вынужденном движении жидкости внутри трубы и вдоль плоской пластины. Теплоотдача в шероховатых трубах. Местная теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной трубы. Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном и ограниченном пространстве. Особенности расчета теплоотдачи при вынужденном движении жидких металлов. Теплоотдача при сверхкритическом состоянии вещества. Теплоотдача разреженных газов.	ОПК-2, ПК-2
11	Тема 11. Законы сохранения массы, энергии, импульса.	2	Явления переноса.	Виды процессов массопередачи. Фазовое равновесие. Линия равновесия. Поток массы компонента, вектор плотности потока массы. Концентрационная диффузия, закон Генри, закон Рауля, термо- и бародиффузия..	ОПК-2, ПК-2
12	Тема 12. Теплообмен при химических превращениях.	2	Теплообмен, осложненный химическими реакциями	Расчет теплоотдачи при химических реакциях с учетом теплоты образования веществ. Преобразованный закон Ньютона-Рихмана. Теплообмен при термическом разложении углеводородов в пиролизных и крекингových печах. Радиационный теплообмен.	ОПК-2, ПК-2
13	Тема 13. Нестационарные процессы теплопроводности.	2	Теплопроводность при нестационарном режиме	Аналитическое описание процесса. Основные методы решения уравнения теплопроводности при нестационарном режиме (метод разделения переменных, метод конечных разностей, метод источников, метод интегрального пре-	ОПК-2, ПК-2

				образования). Влияние чисел Био и Фурье на температурное поле.	
14	Тема 14. Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз.	2		Материальный баланс массообменных процессов. Рабочая линия. Направление и скорость массопередачи. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Конвекция и массоотдача. Турбулентная диффузия. Второй закон Фика. Дифференциальное уравнение переноса массы. Подобие массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Механизм процессов массопереноса. Модели процессов массопереноса. Пленочная модель. Модель диффузионного пограничного слоя. Модифицированные модели обновления поверхности фазового контакта. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Объемные коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Диффузионные числа подобия	ОПК-2, ПК-2
15	Тема 15. Абсорбция. Конструкции абсорбционных аппаратов.	2	Абсорбция. Общие сведения. Равновесие при абсорбции.	Материальный баланс абсорбции. Кинетика абсорбции. Конструкции абсорбционных аппаратов. Поверхностный абсорбер. Оросительный абсорбер. Пластинчатый абсорбер. Пленочный абсорбер. Трубчатый абсорбер. Абсорбер с плоскопараллельной насадкой. Абсорбер с восходящим движением пленки. Барботажные (тарельчатые) абсорберы. Насадочные абсорберы. Выбор насадок. Режимы	ОПК-2, ПК-2

				работы.	
--	--	--	--	---------	--

6. Содержание семинарских, практических занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Тепломассообмен» для студентов очной формы обучения в объеме 30 часов.

Цель проведения практических занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с применением уравнений подобия при решении конкретных задач.

Режим проведения лабораторных занятий - один раз в неделю по 2 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование темы практических занятий	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	4	Процессы теплопроводности	Расчет процессов теплопроводности через плоскую и цилиндрическую стенку при наличии тепловой изоляции	ОПК-2, ПК-2
2	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	4	Теплообмен при турбулентном движении среды	Расчет процесса теплоотдачи при вынужденном турбулентном движении среды	ОПК-2, ПК-2
		2	Теплообмен при ламинарном движении среды	Расчет процесса теплоотдачи при вынужденном ламинарном движении среды в горизонтальных и вертикальных трубах	ОПК-2, ПК-2
		2	Теплообмен при вынужденной и свободной конвекции	Расчет процесса теплоотдачи при поперечном омывании пучков труб, при свободной конвекции возле горизонтальных и вертикальных поверхностей.	ОПК-2, ПК-2
3	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	2	Расчет рекуператора	Расчет площади поверхности рекуперативного теплообменного аппарата плоской и цилиндрической формы в процессе теплопередачи между теплоносителями.	ОПК-2, ПК-2
4	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	2	Теплообмен при конденсации	Расчет процесса теплоотдачи при конденсации на горизонтальных и вертикальных трубах.	ОПК-2, ПК-2
5	Тема 9.	2	Теплообмен излучением	Расчет процесса излучения	

	Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.		ем	между излучающим газом и ограждающим газ стенкой	ОПК-2, ПК-2
6	Тема 13. Нестационарные процессы теплопроводности.	6	Теплопроводность при нестационарном режиме	Теплопроводность при нестационарном режиме: безграничная пластина; бесконечно длинный цилиндр; шар. Тела ограниченных размеров. Тела произвольной формы. Исследование процесса нестационарного теплообмена при охлаждении (нагревании) тел конечных размеров.	ОПК-2, ПК-2
7	Тема 10. Конвективный теплообмен в однородной среде.	6	Конвективный теплообмен в однородной среде.	Локальная теплоотдача при вынужденном движении жидкости внутри трубы и вдоль плоской пластины. Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве. Особенности расчета теплоотдачи при вынужденном движении жидких металлов.	ОПК-2, ПК-2

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Тепломассообмен» для студентов очной формы обучения в объеме 30 часов.

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

Режим проведения лабораторных занятий - один раз в неделю по 2 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 3. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	4	Исследование теплоотдачи при свободной конвекции	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. 3 теоремы подобия. Пограничный слой. Получение на основе экспериментальных данных уравнения подобия.	ОПК-2, ПК-2
4		Исследование теплоотдачи при вынужденном поперечном	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. 3 теоремы подобия. Погра-	ОПК-2, ПК-2	

			омывании воздухом нагретой одиночной трубы	ничный слой. Получение на основе экспериментальных данных уравнения подобия.	
2	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	3	Расчет теплообменного аппарата	Расчет теплообменных аппаратов с применением программного комплекса ChemCAD	ОПК-2, ПК-2
3	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	4	Исследование процесса теплоотдачи при пузырьковом кипении воды в большом объеме при атмосферном давлении	Измерение коэффициентов теплоотдачи при пузырьковом кипении воды. Получение на основе экспериментальных данных уравнения подобия.	ОПК-2, ПК-2
4	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	3	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.	ОПК-2, ПК-2
5	Тема 13. Нестационарные процессы теплопроводности.	6	Теплопроводность при нестационарном режиме	Теплопроводность при нестационарном режиме: безграничная пластина; бесконечно длинный цилиндр; шар. Тела ограниченных размеров. Тела произвольной формы. Алгоритм программы расчета на ЭВМ	ОПК-2, ПК-2
		6	Моделирование процессов нестационарного теплообмена и теплопроводности с использованием комплекса программных средств ANSYS	Исследование теплопроводности при нестационарном режиме на примере решения 2-D (двумерной) задачи для пластины с табличным заданием переменных во времени граничных условий; исследование процесса нестационарного теплообмена при охлаждении (нагревании) тел конечных размеров на примере решения задачи затвердевания слитка (твердотельное моделирование, теплопроводность, конвективный теплообмен, фазовый переход, автоматический выбор шага по времени)	ОПК-2, ПК-2

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок и стендов.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра	27	Проработка теоретического материала	ОПК-2, ПК-2
2	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	30	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОПК-2, ПК-2
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет теплообменного аппарата и тепловой изоляции»	16	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Численный метод решения задачи нестационарной теплопроводности»	8	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Тепломассообмен» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет, поэтому минимальный текущий рейтинг – 60, максимальный - 100 баллов.

Значения текущего рейтинга по дисциплине выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов).

Вид работы	Количество работ	Максимальный балл	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	4	13	32	52
Расчетно-графическая работа	1	18	10	18
Индивидуальное контрольное задание	1	15	9	15

Тестирование	1	5	3	5
Промежуточный контроль (зачет – 4 сем.)			60	100
Лабораторные работы	3	12	24	36
Расчетная-графическая работа	1	19	9	19
Тестирование	1	5	3	5
			36	60
Итоговая оценка по дисциплине – экзамен, 5 сем.			24	40
Итого			60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Тепломассообмен»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Тепломассообмен» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А. Основы теплопередачи и массообмена. Учебное пособие; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. -244с.	157 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. Учебник для вузов. М: Издательский дом МЭИ, 2011. - 562 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/ISBN9785383005637.html Доступ из любой точки интерне-

та после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А. Основы теплопередачи. Учебное пособие; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2011. -232с.	168 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Синявский Ю.В. Сборник задач по курсу «Теплотехника». - СПб.: ГИОРД, 2010. - 128 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ ЭБС «Лань»: https://www.e.lanbook.com/book/4907 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Тепломассообмен» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа:<http://elibrary.ru>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа:<http://rucont.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Лань» – Режим доступа:<http://e.lanbook.com/books/>
6. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа:www.knigafund.ru
7. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа:<https://kstu.bibliotech.ru>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и видеофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

13. Образовательные технологии

Интерактивная форма обучения по дисциплине не предусмотрена. Лекционные занятия могут проводиться при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.

При защите лабораторных работ интерактивной формой может являться дискуссия.

1. А. 8. 1

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Тепломассообмен» пересмотрена на заседании кафедры Теоретических основ теплотехники

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от __. __. 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
1	№1 от 28.08.2018	нет	нет	