МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности

_____ А.М. Патрусова

_____ 23 мая _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.09 Математическое моделирование теплоэнергетических систем

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план g130402_25_ОЭС.plx

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Зачет 1

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
В том числе инт.	14	14	14	14
В том числе в форме практ.подготовки	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	146	146	146	146
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Панкратьев П.С. _____

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование теплоэнергетических систем

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
утвержденного приказом ректора от 04.02.2025 № 67.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 21 апреля 2025 г. № 9

Срок действия программы: 2 года

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

Председатель НМС ФМП

декан, доцент, к.т.н., Видищева Е.А. 25 апреля 2025 г. № 07

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

№ регистрации _____ 15 _____

Визирование РПД для исполнения в учебном году

Председатель НМС

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 20__ -20__ учебном году на заседании кафедры

Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	получение более глубоких знаний об основах математического моделирования для поиска наиболее энергоэффективных тепломассообменных процессов и течений в теплотехнологических установках, а так же оптимизации режимов работы в целом энергетических систем предприятий.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01.09
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Дисциплина "Математическое моделирование энергетических систем предприятий" базируется на знаниях, полученных при получении высшего образования (квалификация бакалавр, специалист, дипломированный специалист) по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника».
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Методология научных исследований
2.2.2	Вероятностно-статистические методы исследования
2.2.3	Математические модели и методы оптимизации
2.2.4	Теория принятия решений

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2: Способен формировать и выполнять научные исследования в области энергетики****ПК-2.3: Определяет методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в области энергетики**

Знать: принципы, методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в области теплоэнергетики и электроэнергетики

Уметь: применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в области теплоэнергетики и электроэнергетики

Владеть: методами и средствами планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в области теплоэнергетики и электроэнергетики

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Понятие математического моделирования, свойства и методы составления математических моделей.						
1.1	Лек	Начальные сведения теории математического моделирования, свойства и методы составления математических моделей.	1	1	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
1.2	Лек	Феноменологические, асимптотические модели и модели ансамблей.	1	1	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
1.3	Лек	Принципы построения математических моделей процессов течения и теплообмена.	1	1	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
1.4	Ср		1	20	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
1.5	Зачёт		1	3	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	

	Раздел	Раздел 2. Методы расчета и управления течением и теплообменом современных теплотехнологических установок при наличии различных воздействий						
2.1	Лек	Методы расчета и управления течением и теплообменом современных теплотехнологических установок при наличии различных воздействий.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
2.2	Лек	Влияние на рабочие характеристики теплотехнологических установок переменных внешних факторов: режимов течения энергоносителей; наличие на поверхности элементов конструкций вещества и массы; градиента давления; большого уровня температурных напоров; наличие на поверхности продольных компонент и т.д.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	2	Лекция-беседа
2.3	Пр	Разработка блок-схем методик расчета технологических энергетических систем предприятий, а также расчета и выбора их элементов.	1	3	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	1	
2.4	Ср		1	24	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
2.5	Зачёт		1	4	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
	Раздел	Раздел 3. Разработка программных продуктов для выполнения математического моделирования режимных параметров технологических энергетических систем предприятий и их элементов.						
3.1	Лек	Разработка программных продуктов для выполнения математического моделирования режимных параметров технологических энергетических систем предприятий и их элементов.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	2	Лекция-беседа
3.2	Пр	Разработка блоксхем программных продуктов и использование расчетных программ для выполнения математического моделирования режимных параметров технологических энергосистем предприятий и их элементов.	1	5	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	1	Работа в малых группах

3.3	Ср		1	25	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
3.4	Зачёт		1	6	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
	Раздел	Раздел 4. Математическое моделирование режимов работы технологических энергосистем и теплотехнологических установок предприятий						
4.1	Лек	Математическое моделирование режимов работы технологических энергосистем и ТТУ предприятий.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	2	Лекция-беседа
4.2	Лек	Принципы построения математических моделей конструктивных элементов (каналов) ТТУ и технологических схем распределения энергетических потоков предприятия.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
4.3	Пр	Расчетные исследования основных показателей работы оборудования промышленных энергетических станций (ПЭС) в заданном эксплуатационном режиме. Параметрические исследования рабочих показателей ПЭС при варьировании характеристиками основного оборудования.	1	3	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	3	Работа в малых группах
4.4	Пр	Расчетные исследования режимов работы энергетической системы предприятия в эксплуатационном режиме. Параметрические исследования режимов работы энергетической системы предприятия с учетом переменных нагрузок. Численные исследования рациональных режимов работы технологической энергосистемы предприятия при корректировании ее параметрических показателей.	1	3	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	2	Работа в малых группах
4.5	Ср		1	27	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
4.6	Зачёт		1	6	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	

	Раздел	Раздел 5. Анализ рациональных вариантов по оптимизации энергетических систем предприятий.						
5.1	Лек	Анализ рациональных вариантов по оптимизации энергетических систем предприятий на основе полученных данных расчетных исследований.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
5.2	Лек	Ресурсосбережение при проектировании высокоэффективных теплотехнологических установок.	1	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
5.3	Пр	Расчет и выбор рациональных вариантов вспомогательных элементов промышленных энергетических станций. Применение математического моделирования для расчета и рационального выбора элементов и оптимизации энергетических систем предприятий.	1	3	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	1	Работа в малых группах
5.4	Ср		1	25	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	
5.5	Зачёт		1	6	ПК-2.3	Л1.4 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия))

Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекоммуникации (электронная почта, Интернет и др.))

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обучающихся имеет комплексный характер. Система оценки результатов учитывает активность обучающегося на занятиях во время контактной работы с преподавателем, своевременность и качество выполнения заданий в ходе самостоятельной работы, участие в научно-исследовательской работе и др.

Текущим контролем успеваемости обучающихся является межсессионная аттестация - единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам.

Порядок проведения, содержание и особенности текущего контроля успеваемости представлены в Фонде оценочных средств для данной дисциплины.

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено учебным планом

6.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Порядок проведения, содержание и критерии оценивания промежуточной аттестации представлены в Фонде оценочных средств для данной дисциплины.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к зачёту.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
7.1. Рекомендуемая литература					
7.1.1. Основная литература					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Гумеров Ас.М., Валеев Н.Н., Гумеров Аз.М., Емельянов В.М.	Математическое моделирование химико-технологических процессов: Учебник для вузов	Москва: КолосС, 2008	10	
Л1. 2	Александров А.А.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: Учеб. пособие для вузов	Москва: МЭИ, 2004	15	
Л1. 3	Иванов В.Л., Леонтьев А.И., Манушин Э.А., Осипов М.И., Леонтьев А.И.	Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: Учебник для вузов	Москва: Машиностроени е, 2006	30	
Л1. 4	Иванов В. В., Кузьмина О. В.	Математическое моделирование: учебное пособие	Йошкар-Ола: Поволжский государственны й технологически й университет, 2022	1	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696353
Л1. 5	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов	Санкт- Петербург: Лань, 2024	1	https://e.lanbook.com/book/393023
7.1.2. Дополнительная литература					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Федяев А.А., Калинин Н.В., Данилов О.Л.	Технологические энергосистемы предприятий. Расчет систем производства и распределения газообразных энергоносителей: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2005	17	
Л2. 2	Бакластов А.М.	Промышленные теплообменные процессы и установки: Учебник для вузов	Москва: Энергоатомизда т, 1986	105	
Л2. 3	Попырин Л.С.	Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок: учебное пособие	Москва: Энергия, 1978	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Попырин%20Л.С.%20Математическое%20моделирование%20и%20оптимизация%20теплоэнергетических%20установок.%20Уч.пособие.1978.pdf
Л2. 4	Федорян А. В.	Математическое моделирование в научных исследованиях: практикум	Москва: Директ -Медиа, 2024	1	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=706764
Л2. 5	Золкин А. Л., Сартаков М. В.	Математическое моделирование и анализ данных: учебное пособие для вузов	Санкт- Петербург: Лань, 2025	1	https://e.lanbook.com/book/455660
7.1.3. Методические разработки					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Данилов О.Л., Федяева В.Н.	Вторичные энергоресурсы. Теплообменное оборудование предприятий: Учебно-методическое пособие	Братск: БрГУ, 2004	98	

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 2	Федяева В.Н., Федяев А.А.	Тепломассообменное оборудование предприятий. Расчет одноступенчатой парокомпрессионной (абсорбционной) холодильной установки: Учебно-методическое пособие	Братск: БрГУ, 2008	149	
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"					
Э1	Электронная библиотека БрГУ		http://ecat.brstu.ru/catalog		
Э2	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»		http://e.lanbook.com		
7.3.1 Перечень программного обеспечения					
7.3.1.1	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level				
7.3.2 Перечень информационных справочных систем					
7.3.2.1	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система				
7.3.2.2	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»				
7.3.2.3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU				
7.3.2.4	Национальная электронная библиотека НЭБ				
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории			Вид занятия
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)			Ср
A1207	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	Основное оборудование: - интерактивная панель Lumien 75; Персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb - системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.; - монитор TFT 19 Samsung E1920NR – 14 шт.; - монитор TFT 19 LG1953S-SF - 14 шт.; - принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.; - сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.; - системный блок –15 шт; - Монитор ASUS 23.8 «VA24EHE» - 15 шт. Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.; персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb – 1 шт. монитор TFT19 Samsung E1920NR – 1 шт.;			Лек
A1207	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	Основное оборудование: - интерактивная панель Lumien 75; Персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb - системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.; - монитор TFT 19 Samsung E1920NR – 14 шт.; - монитор TFT 19 LG1953S-SF - 14 шт.; - принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.; - сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.; - системный блок –15 шт; - Монитор ASUS 23.8 «VA24EHE» - 15 шт. Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.; персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb – 1 шт. монитор TFT19 Samsung E1920NR – 1 шт.;			Пр
A1207	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	Основное оборудование: - интерактивная панель Lumien 75; Персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb			Зачёт

	ый класс)	2500/Н67/4Gb/500Gb - системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.; - монитор TFT 19 Samsung E1920NR – 14 шт.; - монитор TFT 19 LG1953S-SF - 14 шт.; - принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.; - сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.; - системный блок –15 шт; - Монитор ASUS 23.8 «VA24EHE» - 15 шт. Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.; персональный компьютер i5-2500/Н67/4Gb/500Gb – 1 шт. монитор TFT19 Samsung E1920NR – 1 шт.;	
--	-----------	---	--

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Изучение дисциплины "Математическое моделирование теплоэнергетических систем" предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- самостоятельную работу,
- зачёт.

Лекции. В процессе формирования конспекта лекций, обучающийся должен кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Самостоятельно осуществлять проверку терминов с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, лабораторном или практическом занятии.

Практические занятия. При подготовке к практическим занятиям обучающийся должен осуществлять работу с конспектом лекций (обобщение, систематизация, углубление и конкретизация полученных теоретических знаний), выработка способности и готовности их использования на практике. В процессе практических занятий у обучающегося формируется интеллектуальное умение, готовность к ответам на контрольные и дополнительные вопросы, навык работы с основной и дополнительной литературой, необходимой для освоения дисциплины и осуществляется выполнение заданий, решение задач, активное участие в интерактивной, активной, инновационной формах обучения, составление письменных отчетов.

Практические занятия реализуются в форме практической подготовки при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов заданий, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Самостоятельная работа обучающихся. Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в теме/разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме.

Подготовка к зачёту. При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».