МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.03 «Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике»

Код и направление подготовки (специальность)	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Цифровое моделирование систем и сервисов интеллектуальной энергетики
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2025

Б1.В.01.03 «Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 146 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук	П.В Иглин
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.В. Еремин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.В. Еремин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 5
4.2 Содержание лабораторных занятий 6
4.3 Содержание практических занятий 8
4.4. Содержание самостоятельной работы 8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 8
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 9
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 9
9. Методические материалы 10
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно – технической информации и результатов исследования	ПК-4.16 Владеть навыками решения задач оптимизации и навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи в профессиональной деятельности	Владеть Владеет навыками решения задач оптимизации и навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи в профессиональной деятельности.
		ПК-4.3 Знать основные положения и методы теории оптимизации. Методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач	Знать Знает основные положения и методы теории оптимизации. Методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач.
		ПК-4.8 Уметь корректно ставить задачи оптимизации, учитывая ограничения предметной области. Определить тип оптимизационной задачи, подобрать соответствующие методы ее решения. Составлять алгоритмы поиска решения задач оптимизации	Уметь Умеет корректно ставить задачи оптимизации, учитывая ограничения предметной области. Определить тип оптимизационной задачи, подобрать соответствующие методы ее решения. Составлять алгоритмы поиска решения задач оптимизации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-4	Методы создания цифровых двойников энергетического оборудования; Статистическая обработка и анализ больших данных в энерегетике	Проектирование тепловой защиты зданий; Проектирование тепловой защиты энергетических систем	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: научно-производственная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	3 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	32	32
Лабораторные работы	24	24
Лекции	8	8
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	37	37
подготовка к лабораторным работам	37	37
Контроль	36	36
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	8	24	0	37	69
	КСР	0	0	0	0	3
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	8	24	0	37	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
3 семестр				

1	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Оптимизационные задачи	Понятие об оптимизации. Роль математических методов в решении оптимизационных задач. Основные методы решения оптимизационных задач.	2
2	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Виды оптимизационных задач в энергетике	Показатели эффективности работы объектов энергетики (ТЭЦ, котельные, тепловые сети).	2
3	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Использование современных программных средств для решения оптимизационных задач (часть 1)	Использование современных программных средств для решения оптимизационных задач по поиску наиболее эффективных режимов работы энергетических объектов. Основные понятия линейного программирования.	2
4	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Использование современных программных средств для решения оптимизационных задач (часть 2)	Способы решения оптимизационных задач в Excel, Python, Mathcad, ANSYS. Примеры задач.	2
			Итого за семестр:	**8**
			Итого:	**8**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
3 семестр				
1	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач энергетики в MS Excel, линейная задача	1. знакомство с интерфейсом программы 2. составление математической модели поставленной задачи оптимизации показателей эффективности работы парового котла	2
2	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач энергетики в MS Excel, линейная задача (продолжение)	3. решение задачи в MS Excel 4. формирование отчета	2

3	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в Python (часть 1)	1. знакомство с Python 2. Знакомство со средой Google Colabaratory	2
4	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в Python (часть 2)	3. Знакомство с модулем Numpy и MathPlotLib 4. Знакомство с массивами	2
5	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в Python (часть 3)	5. Формулировка задачи оптимизации в сфере энергетики 6. Написание кода для формирования массива исходных данных	2
6	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в Python (часть 4)	7. решение оптимизационной задачи	2
7	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в Mathcad, линейная задача	1. составление математической модели поставленной задачи оптимизации процессов горения топлива, сушки, конденсации или режима работы энергетического оборудования	2
8	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в Mathcad, линейная задача (продолжение)	2. доработка математической модели поставленной задачи 3. решение задачи в Mathcad	2
9	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в ANSYS (часть 1)	Создание геометрии с помощью модуля Design Modeler.	2
10	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в ANSYS (часть 2)	Построение сетки на созданной геометрии.	2

11	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в ANSYS (часть 3)	Задание граничных условий для расчета. Выделение параметров для оптимизации.	2
12	Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Решение оптимизационных задач в ANSYS (часть 4)	Решение задачи в модуле Direct Optimization.	2
			Итого за семестр:	**24**
			Итого:	**24**

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
3 семестр			
Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	Подготовка к лабораторным работам	Ознакомление с документацией рассматриваемого ПО.	37
		Итого за семестр:	**37**
		Итого:	**37**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Ашманов, Станислав Александрович Теория оптимизации в задачах и упражнениях [Текст] .- Москва, Наука, 1991.- 446 с.: ил.	Книжный фонд
2	Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации / А.Ф.Измаилов,М.В.Солодов;[Рос.фонд фундамент.исслед.].- М., ФИЗМАТЛИТ, 2003.- 300 с.	Книжный фонд

3	Черноруцкий, И.Г. Методы оптимизации в теории управления : Учеб.пособие / И. Г. Черноруцкий.- М., Питер, 2004.- 255 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
4	Гутман, Г.Н. Языки программирования: Python 3.1 : учеб. пособие / Г. Н. Гутман; Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика.- Самара, 2011.- 129 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2692	Электронный ресурс
5	Михеев, С.Е. Нелинейные методы в оптимизации / СПб.гос.ун-т.- СПб., 2001.- 276 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	MathCad	PTC (Зарубежный)	Лицензионное
2	ANSYS	ANSYS inc. (Зарубежный)	Лицензионное
3	Python	Python Software Foundation (Зарубежный)	Свободно распространяемое
4	Excel	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	РосТепло.Ru. Информационная система по теплоснабжению	http://www.rosteplo.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Клуб пользователей ANSYS	http://www.cae-club.ru/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук).

Практические занятия

Практические занятия отсутствуют

Лабораторные занятия

Аудитории для лабораторных занятий укомплектованы техническими средствами обучения (компьютерный класс). Требуемое ПО: MS Excel, ANSYS, Spyder, доступ в интернет.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны

различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Все отчетные материалы сдаются в электронном виде.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.03 «Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.03 «Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике»

Код и направление подготовки (специальность)	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Цифровое моделирование систем и сервисов интеллектуальной энергетики
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно – технической информации и результатов исследования	ПК-4.16 Владеть навыками решения задач оптимизации и навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи в профессиональной деятельности	Владеть Владеет навыками решения задач оптимизации и навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи в профессиональной деятельности.
		ПК-4.3 Знать основные положения и методы теории оптимизации. Методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач	Знать Знает основные положения и методы теории оптимизации. Методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач.
		ПК-4.8 Уметь корректно ставить задачи оптимизации, учитывая ограничения предметной области. Определить тип оптимизационной задачи, подобрать соответствующие методы ее решения. Составлять алгоритмы поиска решения задач оптимизации	Уметь Умеет корректно ставить задачи оптимизации, учитывая ограничения предметной области. Определить тип оптимизационной задачи, подобрать соответствующие методы ее решения. Составлять алгоритмы поиска решения задач оптимизации.

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике				

ПК-4.16 Владеть навыками решения задач оптимизации и навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи в профессиональной деятельности	**Владеть** Владеет навыками решения задач оптимизации и навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи в профессиональной деятельности.	Вопросы к промежуточной аттестации.	Да	Да
ПК-4.3 Знать основные положения и методы теории оптимизации. Методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач	**Знать** Знает основные положения и методы теории оптимизации. Методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач.	Вопросы к промежуточной аттестации.	Да	Да
ПК-4.8 Уметь корректно ставить задачи оптимизации, учитывая ограничения предметной области. Определить тип оптимизационной задачи, подобрать соответствующие методы ее решения. Составлять алгоритмы поиска решения задач оптимизации	**Уметь** Умеет корректно ставить задачи оптимизации, учитывая ограничения предметной области. Определить тип оптимизационной задачи, подобрать соответствующие методы ее решения. Составлять алгоритмы поиска решения задач оптимизации.	Вопросы к промежуточной аттестации.	Да	Да

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Семестр 3

Темы рефератов

1. Понятие оптимизации и ее роль в инженерных задачах.
2. Основные методы решения оптимизационных задач.
3. Линейное программирование в энергетике.
4. Нелинейные задачи оптимизации.
5. Показатели эффективности энергетических объектов.
6. Оптимизация режимов работы ТЭЦ.
7. Оптимизация работы котельных установок.
8. Оптимизация тепловых сетей.
9. Использование Excel для решения оптимизационных задач.
10. Применение Python в инженерных расчетах.
11. Mathcad как инструмент оптимизации.
12. Использование ANSYS для сложных инженерных задач.
13. Численные методы оптимизации.
14. Анализ результатов оптимизационных расчетов.
15. Обработка научно-технической информации.
16. Методы анализа экспериментальных данных.
17. Принятие инженерных решений на основе расчетов.
18. Сравнение методов оптимизации.
19. Практические примеры оптимизации в энергетике.
20. Перспективы развития методов оптимизации.

Типовые тестовые задания для проведения текущего контроля успеваемости

1. Оптимизационная задача в энергетике направлена на:
   а) увеличение количества оборудования без учета эффективности
   б) поиск наилучшего режима работы системы при заданных ограничениях и критериях
   в) только расчет параметров без их анализа
   г) визуализацию процессов
2. К основным критериям эффективности энергетических объектов относятся:
   а) цвет оборудования
   б) КПД, расход топлива, потери энергии
   в) расположение оборудования
   г) форма здания
3. Линейное программирование используется в случаях, когда:
   а) зависимости между параметрами нелинейные
   б) все зависимости можно представить в виде линейных функций
   в) отсутствуют ограничения
   г) нет переменных
4. Ограничения в оптимизационной задаче — это:
   а) дополнительные параметры без смысла
   б) условия, которым должно удовлетворять решение задачи
   в) случайные значения
   г) только математические формулы без связи с реальностью
5. Использование Excel в задачах оптимизации позволяет:
   а) только хранить данные
   б) решать задачи оптимизации с помощью встроенных инструментов (например, «Поиск решения»)
   в) выполнять только графическое отображение
   г) заменять математические методы
6. Применение Python в инженерных расчетах дает возможность:
   а) только визуализировать данные
   б) реализовывать алгоритмы оптимизации и анализировать большие объемы данных
   в) выполнять только текстовые операции
   г) отказаться от расчетов
7. Mathcad используется для:
   а) только создания текстов

б) выполнения математических расчетов и решения инженерных задач
в) хранения файлов
г) графического дизайна

8. Программный комплекс ANSYS применяется для:
   а) бухгалтерских расчетов
   б) сложного инженерного моделирования и оптимизации
   в) хранения данных
   г) только визуализации
9. Анализ результатов оптимизации включает:
   а) только получение численного ответа
   б) интерпретацию результатов и оценку их применимости на практике
   в) игнорирование ограничений
   г) случайный выбор решения
10. Обработка научно-технической информации предполагает:
    а) только сбор данных
    б) систематизацию, анализ и интерпретацию информации для принятия решений
    в) только хранение данных
    г) только визуализацию

Ключ к тестовым заданиям

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1	Б	6	Б
2	Б	7	Б
3	Б	8	Б
4	Б	9	Б
5	Б	10	Б

Кол-во верных ответов	Характеристика	Контролируемая компетенция
9 – 10	- глубокое понимание методов оптимизации;- умение формулировать и решать оптимизационные задачи;- способность анализировать результаты расчетов;- владение современными программными средствами;- применение знаний для повышения эффективности энергетических систем.	ПК-4
7 – 8	- полное знание учебного материала;- понимание методов оптимизации;- способность применять методы в типовых задачах;- корректная обработка информации.	
5 – 6	- знание основных понятий;- выполнение заданий с ошибками;- базовое понимание методов;- ограниченные навыки анализа.	
4 и менее	- существенные пробелы в знаниях;- ошибки в понимании методов оптимизации;- неспособность применять методы;- слабые навыки анализа информации.	

Типовые вопросы для письменного опроса
(раздел 1 – 2)

1. Понятие оптимизации и ее значение в энергетике.
2. Основные виды оптимизационных задач.
3. Критерии эффективности энергетических систем.
4. Показатели работы ТЭЦ.
5. Показатели работы котельных.
6. Оптимизация тепловых сетей.
7. Линейное программирование.
8. Ограничения в задачах оптимизации.
9. Целевая функция.
10. Методы решения оптимизационных задач.
11. Анализ исходных данных.
12. Обработка научно-технической информации.

Типовые вопросы для письменного опроса
(раздел 3 – 4)

1. Использование Excel для оптимизации.
2. Инструмент «Поиск решения».
3. Применение Python.

4. Mathcad в расчетах.
5. ANSYS в оптимизации.
6. Сравнение программных средств.
7. Анализ результатов.
8. Интерпретация данных.
9. Принятие инженерных решений.
10. Примеры задач оптимизации.
11. Практическое применение.
12. Ограничения методов.

2.2. Формы промежуточной аттестации

Семестр 3

Типовые вопросы для подготовки к экзамену
(раздел 1 – 4)

1. Понятие оптимизации и ее роль в энергетике с примерами практического применения.
2. Классификация оптимизационных задач и особенности их решения.
3. Показатели эффективности энергетических объектов (КПД, потери, расход топлива).
4. Формулировка оптимизационной задачи: целевая функция и ограничения.
5. Линейное программирование и область его применения.
6. Методы решения задач линейного программирования.
7. Численные методы оптимизации и их особенности.
8. Использование Excel для решения оптимизационных задач (в том числе инструмент «Поиск решения»).
9. Применение Python для анализа и оптимизации инженерных задач.
10. Возможности Mathcad при решении задач оптимизации.
11. Использование ANSYS для комплексного инженерного моделирования.
12. Анализ результатов оптимизации и оценка их корректности.
13. Обработка и интерпретация научно-технической информации.
14. Принятие инженерных решений на основе расчетов.
15. Примеры оптимизации режимов работы энергетических установок.
16. Сравнение различных методов оптимизации.
17. Ограничения и недостатки методов оптимизации.
18. Перспективы развития методов оптимизации в энергетике.

Примерная структура билета

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ
Опорный университет

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине ***«Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике»***

1. Линейное программирование и область его применения.
2. Примеры оптимизации режимов работы энергетических установок.

Для направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Семестр 3

Составитель:
_____ А.И. Попов
«____» _____ 20__ года

Заведующий кафедрой
_____ А.В. Еремин
«____» _____ 20__ года

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.01.03 «Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике»
(шифр и наименование дисциплины)

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
ПК-4 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно – технической информации и результатов исследования				
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Что понимается под термином «оптимизация» в контексте инженерных задач? а) Процесс случайного перебора всех возможных вариантов б) Процесс нахождения наилучшего варианта решения из множества возможных при заданных ограничениях в) Метод увеличения сложности системы для повышения её надежности г) Способ описания физических процессов без использования математики	б	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
2.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какой математический аппарат чаще всего используется для решения оптимизационных задач, когда цель и ограничения описываются линейными зависимостями? а) Дифференциальное исчисление б) Теория вероятностей в) Линейное программирование г) Нелинейное программирование	в	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
3.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какой показатель наиболее точно характеризует эффективность работы ТЭЦ с точки зрения отпуска тепловой и электрической энергии? а) Установленная мощность станции б) Коэффициент полезного действия (КПД) по выработке электроэнергии в) Коэффициент полезного действия (КПД) по выработке тепла г) Коэффициент использования топлива (КИТ)	г	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
4.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какой инструмент из пакета MS Excel предназначен для решения задач оптимизации при наличии ограничений и целевой функции? а) Сводные таблицы б) Поиск решения (Solver) в) Подбор параметра (Goal Seek) г) ВПР (VLOOKUP)	б	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
5.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Для решения какого класса оптимизационных задач в энергетике чаще всего применяется программный комплекс ANSYS? а) Оптимизация режимов работы котельных установок б) Оптимизация структуры тарифов на электроэнергию в) Оптимизация гидравлических режимов и прочностных характеристик оборудования г) Бухгалтерский учет на энергопредприятии	в	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
6.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какая из перечисленных задач является классической оптимизационной задачей для тепловой сети? а) Расчет температуры наружного воздуха б) Определение диаметра трубопровода, обеспечи-	б	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3

	вающего минимальные приведенные затраты при транспорте тепла в) Выбор марки стали для строительства здания котельной г) Составление штатного расписания для ремонтного персонала			
7.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какая среда программирования предоставляет обширные библиотеки (например, SciPy.optimize) для решения задач линейного и нелинейного программирования? а) Mathcad б) ANSYS в) Microsoft Word г) Python	г	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
8.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Что из перечисленного НЕ является методом решения оптимизационных задач? а) Аналитические методы (например, производная функции) б) Численные методы (например, перебор, градиентный спуск) в) Метод «черного ящика» г) Метод наименьших квадратов (в контексте регрессии, а не оптимизации режима)	г	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
9.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Как в контексте оптимизации называется выражение, которое требуется минимизировать или максимизировать (например, расход топлива, прибыль)? а) Ограничение б) Целевая функция в) Управляющий параметр г) Область допустимых значений	б	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3
10.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Для инженерных расчетов и визуализации результатов оптимизации, какой из перечисленных инструментов позволяет совмещать математические вычисления в привычной форме с текстом и графикой? а) Блокнот (Notepad) б) ANSYS в) Mathcad г) Excel (без надстроек)	в	1. Современные методы и средства для решения оптимизационных задач в энергетике	3

Лабораторная работа №1. Решение оптимизационных задач в MS Excel (линейная задача)

Целью работы является – изучение методов оптимизации с использованием MS Excel, решение линейных оптимизационных задач.

Теория для выполнения лабораторной работы рассматривается на лекционных занятиях, а также в приведенной выше методической литературе.

Для выполнения задания необходимо составить математическую модель задачи с ограничениями (составить систему уравнений), записать целевую функцию, перенести систему уравнений и целевую функцию в MS Excel, найти решение через «Поиск решения» в MS Excel.

Задание. Для производства теплообменного оборудования на трех заводах З1, З2 и З3 используют три типа материала: М1, М2, М3. Запасы материала, нормы расхода материала (кг/шт) для каждого завода и цена 1 шт, произведенного аппарата, приведены в таблице.

Составить план отпуска, обеспечивающий максимальный выпуск оборудования по стоимости. Составить математическую модель задачи и решить её в MS Excel. [в таблице приведен вариант исходных данных, каждый студент получает свои индивидуальные данные]

Вид материала	Норма расхода материала на 1 шт, кг			Запас материала, т
	З1	З2	З3	
М1	134	138	135	800
М2	350	334	320	2500
М3	160	175	168	1400
Цена 1 шт оборудования, тыс.руб	150	190	130	-

Контрольные вопросы:

1) Что такое оптимизация?
2) Что такое линейная оптимизационная задача?
3) Как решить линейную оптимизационную задачу в MS Excel (алгоритм)?

Лабораторная работа №2. Решение оптимизационных задач в MS Excel (нелинейная задача)

Целью работы является – изучение методов оптимизации с использованием MS Excel, решение нелинейных оптимизационных задач.

Теория для выполнения лабораторной работы рассматривается на лекционных занятиях, а также в приведенной выше методической литературе.

Для выполнения задания необходимо составить математическую модель задачи, перенести модель в MS Excel, построить область допустимых решений, найти решение через «Поиск решения» в MS Excel.

Задание. Найти наибольшее и наименьшее значение целевой функции Q при указанных ограничениях. [приведен один из вариантов исходных данных, каждый студент получает свой вариант]

$$Q = (t+2)^2 - (m-7)^2$$
$$t-m \le 5$$
$$2t+m \le 37$$

Контрольные вопросы:

1) Что такое оптимизация?
2) Что такое нелинейная оптимизационная задача?
3) Как решить нелинейную оптимизационную задачу в MS Excel (алгоритм)?

Лабораторная работа №3. Решение оптимизационных задач в Mathcad (линейная задача)

Целью работы является – изучение методов оптимизации с использованием Mathcad, решение линейных оптимизационных задач.

Теория для выполнения лабораторной работы рассматривается на лекционных занятиях, а также в приведенной выше методической и учебной литературе.

Необходимо решить линейную оптимизационную задачу двумя способами – графически и численно. Для этого: составить алгоритм решения в Mathcad, составить целевую функцию, построить линии уровня целевой функции, вычислить значение целевой функции (графически и численно).

Задание. Для производства тепловой энергии на двух котельных К1 и К2 используют три вида топлива: Т1, Т2, Т3. Нормы расхода топлива (кг/Гкал) для каждой котельной приведены в таблице.

Также в таблице представлены стоимости затрат на отпуск 1 Гкал тепла.

Определить отпуск продукции с целью минимизации стоимости производства тепловой энергии. Решить задачу графически и численно в Mathcad [в таблице приведен вариант исходных данных, каждый студент получает свои индивидуальные данные]

Вид топлива	Норма расхода топлива на 1 Гкал, кг		Запас топлива, т
	К1	К2	
Т1	130	140	0,9
Т2	150	155	2,0

Т3	160	170	1,5
Затраты на отпуск 1 Гкал энергии, руб	800	650	-

Контрольные вопросы:

1) Охарактеризуйте способ решения задачи графически и аналитически, в чем разница способов?
2) Что такое линейное программирование?
3) Как решить линейную оптимизационную задачу в Mathcad (алгоритм)?

Лабораторная работа №4. Решение оптимизационных задач в различных CAD-системах

Целью работы является – изучение методов оптимизации формы (конструкции) с использованием CAD-систем, минимизация размеров детали.

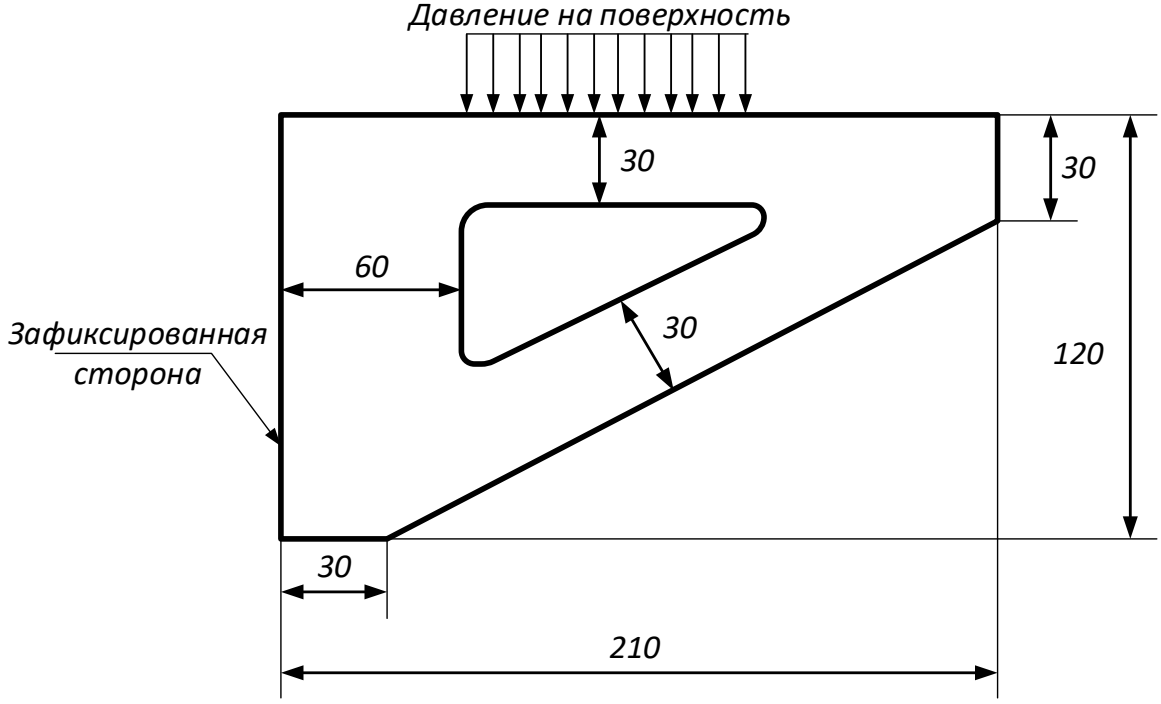
Теория для выполнения лабораторной работы рассматривается на лекционных занятиях, а также в приведенной выше учебной литературе.

Необходимо решить конструкционную оптимизационную задачу, для этого:

1) Строится 3D-модель детали;
2) Создается статическое исследование, принимается давление, указанное в исходных данных, и тип материала;
3) Создается оптимизационное исследование проекта для поиска минимального объема детали;
4) Указывается какие размеры детали могут меняться;
5) Определяются ограничения напряжения по Мизесу;
6) Определяются ограничения на деформацию;
7) Проводится оптимизационное исследование и определяется оптимальное решение.

Задание.

Определить минимальный объем кронштейна за счет изменения центрального выреза с учетом заданных параметров: давление – 15 МПа, материал – легированная сталь, максимальное напряжение по Мизесу – 300 МПа, максимальная деформация 0,10 мм. Деталь показана на рисунке [приведен вариант исходных данных, каждый студент получает свои индивидуальные данные].



Контрольные вопросы:

1) Расскажите о возможностях CAD-систем.
2) Расскажите, что входит в прочностной расчет теплоэнергетического оборудования?
3) Приведите котельную формулу и расшифруйте входящие в нее величины.

Лабораторная работа №5. Решение оптимизационных задач в ANSYS. Тепловой анализ в ANSYS: определение коэффициента теплоотдачи радиатора от скорости потока

Целью работы является – изучение зависимости коэффициента теплоотдачи радиатора от скорости потока в модуле ANSYS.

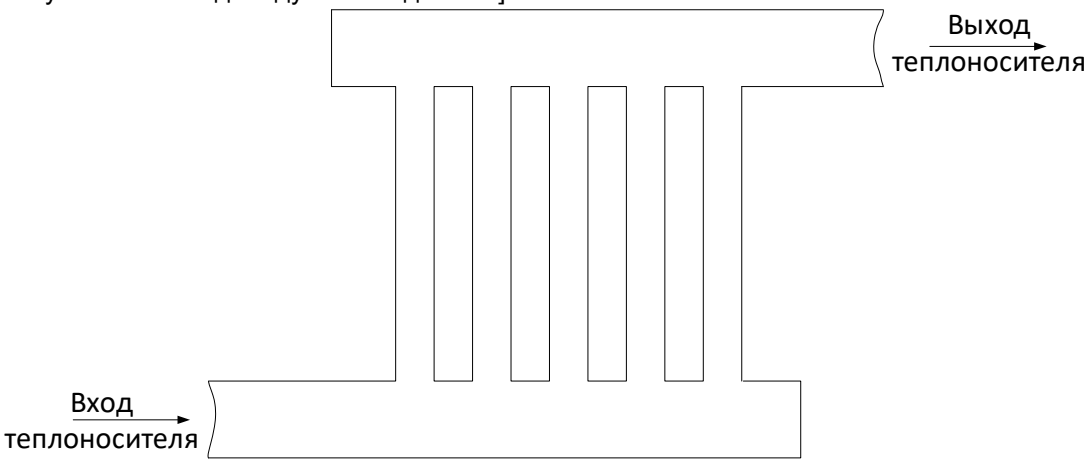
Теория для выполнения лабораторной работы рассматривается на лекционных занятиях, а также в приведенной выше учебной литературе.

Необходимо вывести график зависимости коэффициента теплоотдачи от скорости теплоносителя с помощью программного продукта конечно-элементного анализа ANSYS. Для этого в программе ANSYS необходимо:

1) Построить геометрическую модель теплообменника;
2) Создать вычислительный блок;
3) Сгенерировать стеку в ANSYS Meshing;
4) Поставить граничные условия согласно заданию, в качестве рабочей среды выбрать воздух;
5) Задать несколько значений расходов теплоносителя;
6) Рассчитать коэффициент теплоотдачи;
7) Представить в отчете результаты расчетов.

Задание.

Оптимизировать конструкцию теплообменного аппарата с учетом заданных параметров: давление воздуха на выходе – 1 МПа, температура воздуха 20 °С, температура окружающей среды 10 °С, расход воздуха на входе – 5 кг/с. Теплообменник показан на рисунке [приведен вариант исходных данных, каждый студент получает свои индивидуальные данные].



Контрольные вопросы:
1) Расскажите о возможностях программного продукта ANSYS.
2) Расскажите сущность гидравлического и теплового расчета теплообменного аппарата.
3) Расскажите о методе конечно-элементного анализа.

Лабораторная работа №6. Решение оптимизационных задач в ANSYS. Тепловой анализ в ANSYS: расчет термохимических напряжений

Целью работы является – расчет термохимических напряжений в трубчатом теплообменнике в модуле ANSYS.

Теория для выполнения лабораторной работы рассматривается на лекционных занятиях, а также в приведенной выше учебной литературе.

Необходимо произвести расчет термохимических напряжений в теплообменнике типа «труба в трубе».

Для этого в программе ANSYS необходимо:
1) Построить геометрическую модель теплообменника;
2) Создать вычислительный блок;
3) Сгенерировать стеку в ANSYS Meshing;
4) Поставить граничные условия согласно заданию, в качестве рабочей среды выбрать воздух;
5) Рассчитать термохимические напряжения, вывести картину распределения напряжений;
6) Представить в отчете результаты расчетов.

Задание.

Оптимизировать конструкцию теплообменного аппарата с учетом заданных параметров: давление воздуха во внутренней трубе – 1 МПа, температура воздуха во внутренней трубе 700 °С, во внешней – 90 °С, температура окружающей среды 10 °С, расход воздуха на входе – 10 кг/с. Диаметр внешней трубы 500 мм, внутренней трубы – 400 мм.

Контрольные вопросы:
1) Расскажите о возможностях программного продукта ANSYS для расчета термохимических напряжений.
2) Что такое термохимические напряжения?
3) Расскажите о методе конечно-элементного анализа в ANSYS.

Отчет по лабораторной работе должен содержать: наименование работы, цель работы, исходные данные, решение задачи, выводы по работе.