

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 30 » мая 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине (модулю)

Б1.В.ДВ.03.02 «Современные методы расчета технологических систем
нефтегазопереработки»
(код и наименование дисциплины (модуля))

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Оборудование нефтегазопереработки
(наименование профиля/направленности/специализации)

Бакалавр
квалификация

заочная
(форма обучения)

Нижекамск, 2022

Составитель ФОС:
доцент каф. МАХП
(должность)

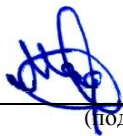


(подпись)

И.А. Сабанаев
(И.О. Фамилия)

ФОС рассмотрен и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол № 8 от «12» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев
(И.О. Фамилия)

Эксперт:

Руководитель ООП, Мадышев И.Н. доцент каф. МАХП НХТИ
Ф.И.О., должность, организация,



(подпись)

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

Индекс Компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования компетенции (указать все темы из РПД)		Наименование оценочного средства
		Лекции	Лабораторные занятия	
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Тема 1, Тема 2	-	Реферат, Контрольная работа
УК-1.1	Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	Тема 1, Тема 2	-	Реферат, Контрольная работа
УК-1.2	Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач	Тема 1, Тема 2	-	Реферат, Контрольная работа
УК-1.3	Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач	Тема 1, Тема 2	-	Реферат, Контрольная работа
ПК-4	Способен разрабатывать задания, исходные требования и комплект проектной документации на изготовление технологического оборудования нефтегазопереработки	Тема 3	Тема 3	Отчет по лабораторной работе
ПК-4.1	Знает комплект документации для изготовления технологического оборудования, требования при проектировании оборудования и его основные конструкции	Тема 3	Тема 3	Отчет по лабораторной работе
ПК-4.2	Умеет осуществлять сбор исходных данных, составлять техническое задание для изготовления оборудования нефтегазопереработки	Тема 3	Тема 3	Отчет по лабораторной работе
ПК-4.3	Владеет навыками разработки технической документации для изготовления оборудования нефтегазовой отрасли	Тема 3	Тема 3	Отчет по лабораторной работе

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Название	Кол-во	<i>Min, баллов (базовый уровень)</i>	<i>Max, баллов (повышенный уровень)</i>
Лекции	3	10	10
Лабораторная работа	1	10	20
Реферат	1	10	20
Контрольная работа	1	10	30
Итого		60	100

Шкала оценивания

Цифро вое выраж ение	Выраже ние в баллах:	Словес ное выраже ние	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			зачет
-	60 - 100	зачтено	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр.
-	Ниже 60	Не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Перечень и краткая характеристика оценочных средств

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
3	Отчет по лабораторной работе	Задокументированный результат самостоятельного исследования, выполненного на лабораторном оборудовании или с помощью средств компьютерного моделирования, включающий в себя выбор теоретического обоснования метода исследования, описание хода работа, ее результаты и выводы.	Комплект заданий для выполнения лабораторных работ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(код и наименование)

Профиль/программа: «Оборудование нефтегазопереработки»
(наименование)

Комплект заданий для контрольной работы
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Современные методы расчета технологических
систем нефтегазопереработки»
(наименование дисциплины)

Контрольная работа предназначена для определения степени усвоения студентами численных методов решения задач расчета теплообмена в аппаратах нефтегазопереработки.

Задание

Средствами VBA MS Excel разработайте алгоритм решения математической модели для исследования процесса охлаждения пластины из заданного материала при симметричном конвективном теплообмене с боковых поверхностей.

Требования:

1. Используя средства VBA MS Excel, разработайте экранную форму для ввода заданных параметров.
2. Разместите на этой же форме командную кнопку и создайте процедуру – обработчик нажатия на эту кнопку.
3. Используя математическую модель теплообменного процесса с граничными условиями конвективного теплообмена пластины со средой, разработайте численный или асимптотический способ ее решения.
4. На основе полученного решения разработайте алгоритм программы для моделирования заданного процесса.
5. Запустите программу на выполнение. Если она работает без ошибок, вы получите на листе MS Excel таблицу для построения эпюры температур на половине толщины пластины с интервалом 100 секунд.
6. По данным полученной таблицы, с помощью мастера диаграмм MS Excel

постройте 6 эпюр для различных интервалов времени на ОДНОЙ диаграмме. Тип графика – точечный.

Вы должны получить диаграмму, похожую на ту, что изображена на рисунке

Вариант 1

Материал пластины – Кварцевое стекло

Толщина – 0,05 м.

Плотность материала – 2200 кг/м³.

Коэффициент теплопроводности – 1,36

Теплоемкость материала – 729

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 2

Материал пластины – Латунь

Толщина – 0,05

Плотность материала – 8600

Коэффициент теплопроводности – 111

Теплоемкость материала – 385

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 3

Материал пластины – Медь

Толщина – 0,05

Плотность материала – 8960

Коэффициент теплопроводности – 384

Теплоемкость материала – 385

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 4

Материал пластины – Пробка

Толщина – 0,05

Плотность материала – 150

Коэффициент теплопроводности – 0,05

Теплоемкость материала – 1380

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 5

Материал пластины – Молибден

Толщина – 0,05

Плотность материала – 10200

Коэффициент теплопроводности – 150

Теплоемкость материала – 251

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20
Начальная температура пластины – 120 град
Температура среды – 20 град

Вариант 6

Материал пластины – Никель
Толщина – 0,05
Плотность материала – 8900
Коэффициент теплопроводности – 75,5
Теплоемкость материала – 448
Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20
Начальная температура пластины – 120 град

Вариант 7

Материал пластины – Стекло
Толщина – 0,05
Плотность материала – 2500
Коэффициент теплопроводности – 0,97
Теплоемкость материала – 779
Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20
Начальная температура пластины – 120 град

Вариант 8

Материал пластины – Алюминий
Толщина – 0,05
Плотность материала – 2700
Коэффициент теплопроводности – 209
Теплоемкость материала – 896
Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20
Начальная температура пластины – 120 град
Температура среды – 20 град

Вариант 9

Материал пластины – Цинк
Толщина – 0,05
Плотность материала – 7133
Коэффициент теплопроводности – 110
Теплоемкость материала – 389
Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20
Начальная температура пластины – 120 град
Температура среды – 20 град

Вариант 10

Материал пластины – Бетон
Толщина – 0,05
Плотность материала – 2200
Коэффициент теплопроводности – 1,5
Теплоемкость материала – 920
Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20
Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 11

Материал пластины – Кварцевое стекло

Толщина – 0,05 м.

Плотность материала – 2200 кг/м³.

Коэффициент теплопроводности – 1,36

Теплоемкость материала – 729

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 12

Материал пластины – Латунь

Толщина – 0,05

Плотность материала – 8600

Коэффициент теплопроводности – 111

Теплоемкость материала – 385

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 13

Материал пластины – Медь

Толщина – 0,05

Плотность материала – 8960

Коэффициент теплопроводности – 384

Теплоемкость материала – 385

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 14

Материал пластины – Пробка

Толщина – 0,05

Плотность материала – 150

Коэффициент теплопроводности – 0,05

Теплоемкость материала – 1380

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 15

Материал пластины – Молибден

Толщина – 0,05

Плотность материала – 10200

Коэффициент теплопроводности – 150

Теплоемкость материала – 251

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 16

Материал пластины – Никель

Толщина – 0,05

Плотность материала – 8900

Коэффициент теплопроводности – 75,5

Теплоемкость материала – 448

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Вариант 17

Материал пластины – Стекло

Толщина – 0,05

Плотность материала – 2500

Коэффициент теплопроводности – 0,97

Теплоемкость материала – 779

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Вариант 18

Материал пластины – Алюминий

Толщина – 0,05

Плотность материала – 2700

Коэффициент теплопроводности – 209

Теплоемкость материала – 896

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 19

Материал пластины – Цинк

Толщина – 0,05

Плотность материала – 7133

Коэффициент теплопроводности – 110

Теплоемкость материала – 389

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Вариант 20

Материал пластины – Бетон

Толщина – 0,05

Плотность материала – 2200

Коэффициент теплопроводности – 1,5

Теплоемкость материала – 920

Коэффициент теплообмена между пластиной и воздухом – 20

Начальная температура пластины – 120 град

Температура среды – 20 град

Критерии оценки:**Критерий максимальной оценки на 30 балла:**

Выполнены все требования задания к работе. Выбрана соответствующая задаче математическая модель. Правильно сформулированы краевые (начальные, граничные) условия модели процесса. Грамотно выполнен подбор метода решения. Без ошибок разработан алгоритм решения задачи. Текст разработанной программы в полной мере соответствует разработанному алгоритму. Выполнена верификация модели и тестирование программы. С помощью модели произведен вычислительный эксперимент. Полученные результаты представлены в наглядной форме. Сделаны правильные выводы по результатам моделирования.

Критерий оценки на 20 балла:

Выполнены все требования задания к работе. Выбрана соответствующая задаче математическая модель. Правильно сформулированы краевые (начальные, граничные) условия модели процесса. Выполнен подбор не самого эффективного метода решения. В алгоритме решения задачи имеются несущественные ошибки. Текст разработанной программы несколько не соответствует разработанному алгоритму. Не совсем корректно выполнена верификация модели и тестирование программы. С помощью модели произведен вычислительный эксперимент. Полученные результаты представлены в наглядной форме, но не совсем удобны для последующего анализа. В большей части сделаны правильные выводы по результатам моделирования.

Критерий минимальной оценки на 10 балла:

Выполнены не все требования задания к работе. Выбрана не вполне соответствующую задаче математическая модель. В формулировке краевых (начальных, граничных) условий модели процесса имеются ошибки. Некорректно выполнен подбор метода решения. В алгоритме решения задачи имеются недочеты. Текст разработанной программы в некоторой степени не соответствует разработанному алгоритму. Не выполнена верификация модели или тестирование программы. С помощью модели произведен вычислительный эксперимент. Полученные результаты представлены в графической форме, однако их наглядность невысока. Сделаны выводы по результатам моделирования, но в их формулировке имеются ошибки.

Критерий оценки «неудовлетворительно»:

Если хотя бы один из перечисленных критериев для минимальной оценки не соблюдается, выставляется оценка «неудовлетворительно», работа возвращается на доработку.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/программа: «Оборудование нефтегазопереработки»

(наименование)

Темы рефератов

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Современные методы расчета технологических систем нефтегазопереработки»

(наименование дисциплины)

- 1) Различные формы представления модели.
- 2) Моделирование при исследовании технологических процессов.
- 3) Итеративный характер процесса моделирования.
- 4) Классификация моделей.
- 5) Математическая модель процесса.
- 6) Класс детерминированных моделей.
- 7) Класс стохастических моделей.
- 8) Математическая модель теплообменного процесса.
- 9) Математическая модель массообменного процесса.
- 10) Математические модели краевых задач.
- 11) Математические модели обратных задач тепло- и массопереноса.
- 12) Аналитическое решение математических моделей химико-технологических процессов.
- 13) Численное решение математических моделей химико-технологических процессов.
- 14) Асимптотическое решение математических моделей химико-технологических процессов.
- 15) Верификация и адекватностью модели.
- 16) Алгоритм проверки адекватности модели.
- 17) Модель идеального смешения химико-технологического процесса.
- 18) Модель идеального вытеснения химико-технологического процесса.
- 19) Диффузионная модель химико-технологического процесса.
- 20) Ячеечная модель химико-технологического процесса.
- 21) Расскажите о различных способах организации теплообмена в химическом реакторе.
- 22) Возможные температурные режимы протекания реакции и тепловые режимы

процесса в реакторе. Покажите схемы реакторов, в которых осуществляются такие режимы.

23) Модель процесса идеального вытеснения с теплоотводом из зоны реакции. Параметры от которых зависят показатели процесса.

24) Величина адиабатического разогрева. Почему этот параметр лучше характеризует влияние реакции на температурный режим технологического процесса, чем теплота реакции?

25) Как будет меняться степень превращения и температура в реакторе идеального вытеснения при протекании адиабатического процесса. Сопоставьте эти изменения с изотермическим процессом.

26) В каком режиме адиабатического реактора (идеального вытеснения или идеального смешения) температура на выходе будет больше? Обоснуйте ответ.

27) Производительность какого из реакторов будет больше: идеального вытеснения или идеального смешения при протекании адиабатического процесса? Обоснуйте ответ.

28) Как меняется температура в трубчатом реакторе с теплообменом, осуществляемом через стенку при протекании: а) экзотермической реакции; б) эндотермической реакции?

29) В чем особенность температурного режима в проточном реакторе идеального смешения при протекании адиабатического процесса?

30) Что такое стационарный режим, устойчивый стационарный режим? В каком типе реактора может проявиться явление неустойчивости стационарного режима?

31) Как организован процесс в автотермическом реакторе? В чем особенность его режима?

32) При увеличении температуры на 10 градусов константа скорости реакции возросла в два раза. На сколько надо изменить длину реактора идеального вытеснения, чтобы получить то же превращение. Подтвердите это с помощью математической модели и изобразите графически.

33) Какова оптимальная теоретическая температура для необратимой и обратимой (экзо- и эндотермических) химических реакций.

34) Сформулируй задачу оптимизации последовательности жидкофазных реакторов с мешалками и решите ее (реакция первого порядка, температуры в реакторах одинаковые).

Критерии оценки:

Минимальное число баллов – 10 баллов выставляется при недостаточной степени раскрытия темы в ходе своего выступления, приведения нечетких аргументов и не вполне активное участие в дискуссии по проблеме, которая была раскрыта в ходе доклада.

Максимальное число баллов – 20 баллов выставляется при полноценном раскрытии темы в ходе своего выступления, приведения четких аргументов и доказательств, а также активное участие в дискуссии по проблеме, которая была раскрыта в ходе доклада.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/программа: «Оборудование нефтегазопереработки»

(наименование)

Комплект заданий для лабораторной работы

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Современные методы расчета технологических систем нефтегазопереработки»

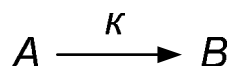
(наименование дисциплины)

Лабораторная работа 1

Компьютерное моделирование с графической визуализацией результатов

Математическая модель

В результате воздействия высокой температуры и наличия катализатора в химическом реакторе периодического действия с интенсивным перемешиванием необходимо обеспечить протекание реакции превращения вещества А в продукт В.



Для описания процессов, сопровождающих эту реакцию допускается использовать модель идеального смешения, которая описывается уравнением

$$V \frac{dC}{dt} = u \cdot (C_{BX} - C) \quad 8.1$$

Уравнение имеет аналитическое решение, которое зависит от характера входного возмущения. Например, для проточного аппарата при импульсном возмущении (модель вымывания) решение записывается в виде уравнения:

$$C(t) = C_H \cdot e^{-\frac{t}{\bar{t}}} \quad 8.2$$

Для проточного аппарата при ступенчатом возмущении решение представляет собой экспоненциально растущую функцию, которая стремится к величине C_{BX} :

$$C(t) = C_{BX} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\bar{t}}}) \quad 8.3$$

В аппарате периодического действия в период наполнения концентрация изменяется в соответствии с уравнением 8.3. В период вымывания концентрация вещества внутри реактора уменьшается в соответствии с уравнением 8.2.

Таким образом, компьютерную модель можно было бы реализовать на основе решений 8.2 и 8.3. Однако, в нашем случае условие задачи предполагает, что исходное вещество А, после заполнения объема аппарата начинает превращение в конечный продукт В. Константа

скорости реакции численно равна величине k . Таким образом, в закрытом объеме реактора концентрация компонента А уменьшается с одновременным ростом компонента В. После завершения процесса превращения аппарат освобождается на основе модели вымывания. Изменение концентрации веществ описываются графиками, показанными на рис. 8.1.

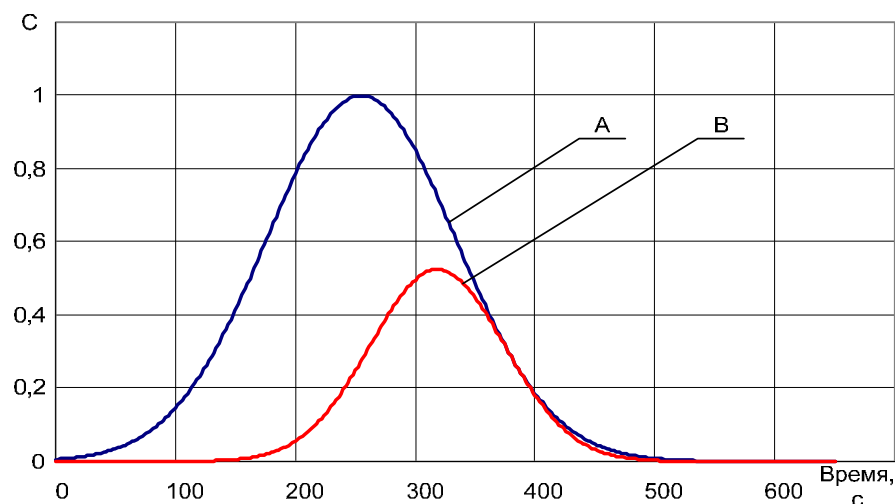


Рис. 8.1. Графики изменения концентраций в аппарате

Как видно из графиков, на начальном периоде заполнения аппарата компонентом А, когда его концентрация невысока, концентрация продукта В практически равна нулю. Начиная с момента времени, равного приблизительно половине среднего времени пребывания вещества в реакторе, начинается быстрый рост концентрации В и замедляется рост концентрации вещества А. В этой точке появляется перегиб на кривой А.

Со времени, равного, приблизительно, 1,5 среднего времени пребывания вещества в аппарате, концентрация продукта В достигает своего максимума. Начиная с этого времени запускается процесс выгрузки реактора. Теперь концентрация А уменьшается как за счет химического превращения, так и за счет его вымывания. Для продукта В также работает модель вымывания.

Итоговую математическую модель, адекватно описывающую процессы, протекающие в аппарате на всем протяжении его работы, можно описать уравнениями 8.4 и 8.5.

$$C_A(t) = C_{BX} \cdot e^{-k \cdot (\bar{t} - t_A)^2} \quad 8.4$$

$$C_B(t) = C_A(t) \cdot e^{-k \cdot (\bar{t} - t_B)^2} \quad 8.5$$

Задание

Требуется разработать компьютерную модель химического процесса, которая рассчитывает значения концентраций реагентов в течение всего цикла работы аппарата, а также визуализирует результаты на основе графических построений.

Исходные данные:

$k = 0,00008$;

среднее время пребывания в аппарате вещества А = 255 с;

среднее время пребывания в аппарате вещества В = 382 с;

общее время наблюдения над процессом – 650 с.

Графическая визуализация должна быть выполнена с помощью программы, разработанной в среде MS Visual Basic, переходом цвета от синего к красному, пропорционально степени превращения вещества А в продукт В. Концентрация веществ должна быть отображена плотностью расположения точек внутри аппарата.

Критерии оценки

Критерий максимальной оценки 20 баллов:

Выбрана наиболее подходящая математическая модель. Предложен наиболее оптимальный алгоритм ее решения. Разработана и реализована схема решения. Разработана компьютерная реализация построенного решения. Проведена отладка и тестирование. Проведены исследования с использованием модели. Получены результаты. Расчеты выполнены без ошибок с минимальной погрешностью. Сделаны правильные выводы.

Критерий минимальной оценки 10 баллов:

Выбрана не самая подходящая математическая модель. Предложен не совсем оптимальный алгоритм ее решения. Разработана и реализована схема решения с помощью преподавателя. Разработана компьютерная реализация построенного решения. Не проведена отладка и тестирование. Проведен не весь комплекс исследований с использованием модели. Получены результаты. Расчеты выполнены без ошибок с некоторой погрешностью. Сделаны, в целом, правильные выводы.

Критерий неудовлетворительной оценки.

Если хотя бы одно из требований критерия минимальной оценки не удовлетворяется, работа не засчитывается и требуется исправление ошибок.