Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Бугульминский филиал

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Задания для контрольной работы № 3

по дисциплине

 «Проектирование и расчет технологического оборудования»

Бугульма 2023

**1 Оформление КОНТРОльной РАБОТЫ**

Контрольная работа № 1 по дисциплине «Проектирование и расчет технологического оборудования» выполняется согласно варианту, который соответствует последним **двум цифрам** номера зачетной книжки. Варианты контрольных работ представлены в таблице (см. раздел 2), всего 100 вариантов.

Индивидуальное задание должно быть выполнено самостоятельно на основе информации, полученной из различных источников, содержание контрольной работы должно соответствовать темам контрольных вопросов (см. раздел 3).

Контрольная работа должна быть выполнена письменно от руки либо с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала черным шрифтом *Times New Roman* размером 14. Работа должна иметь титульный лист.

Контрольная работа состоит из:

- содержания;

- разделов, соответствующих темам контрольных вопросов;

- списка использованных источников и литературы.

Разделы работы при необходимости разделяют на подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой, например: 1.1.

Наименования разделов записывают в виде заголовков в середине строки **ПРОПИСНЫМ** полужирным шрифтом. Наименование подразделов, а также пунктов (если имеются) записывают в виде заголовков в середине строки **строчным** полужирным шрифтом (кроме первой прописной буквы).

Подчеркивать заголовки и переносить слова в них не допускается. Точку в конце заголовков разделов, подразделов и пунктов не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Заголовки разделов и подразделов отделяются от основного текста пропуском одной строки.

Содержание включает номера и наименование разделов и подразделов (т.е. всех заголовков работы) с указанием номеров листов. Слово **СОДЕРЖАНИЕ** записывают в виде заголовка (симметрично тексту) прописными буквами полужирным шрифтом. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами.

В конце контрольной работы приводится список использованных источников и литературы с наименованием «**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ**»прописными буквами полужирным шрифтом.

Нумерация страниц работы должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист. За титульным листом следует **СОДЕРЖАНИЕ**. На титульном листе номер страницы не проставляется. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом нижнем углу без точки в конце.

В тексте работы не допускается применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу. Сокращения слов в тексте не допускается. Исключение составляют общепринятые сокращения.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах. В тексте перед обозначением параметра дают его пояснение, например «предел текучести $σ\_{Т}$».

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте.

В работе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. Применение в одной работе разных систем обозначения физических величин не допускается.

Единицы измерения:сокращенные обозначения единиц устанавливаются соответствующими стандартами. Знаки процента (%), градуса (°), минуты ('), секунды (") ставятся только при цифрах и в таблицах, в остальных случаях они пишутся полностью словами.

Для корректного оформления формул в *Microsoft Word* пользуйтесь *Редактором формул*.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Размерность всех величин, входящих в формулу, указывают в конце расшифровки каждого элемента формулы после запятой.

Например: Плотность $ρ$, кг/м, вычисляют по формуле

$$ρ=\frac{m}{V}, (1)$$

где $m$ – масса, кг; $V$ – объем, м.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Первую формулу обозначают - (1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1). Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (2.1).

Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

Если в работе имеется таблица, то ее название, при его наличии, должно отражать содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Пример оформления таблицы:

Таблица 1 – Название таблицы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например, Таблица 1.1.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте работы, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа работы.

Количество рисунков в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Рисунки могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Они должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС.

Рисунки следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Допускается нумеровать рисунки в пределах раздела, например, Рисунок 1.1.

При ссылках на рисунки следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.1» при нумерации в пределах раздела.

Рисунки, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Последовательность расчета элементов ХТС.

При выполнении работы все используемые литературные и интернет источники сводятся в общий список, который помещается в конце работы. В перечень включают все использованные учебники, учебные пособия, справочники, ГОСТы, инструкции, методические указания, периодические издания, интернет-источники и т.д. При написании работы необходимо использовать не менее пяти источников.

Все литературные и иные источники нумеруют арабскими цифрами в порядке появления ссылок на них в тексте. Ссылка на литературу или источник указывается в квадратных скобках (без указания фамилии автора и числа страниц). Например: [2], где число показывает порядковый номер источника, помещенного в списке в конце работы. Если приводится выдержка из текста, необходимо указывать источник и страницу, например: [2, с.30].

Примеры библиографических описаний:

- если один автор:

Липин, А.Г. Математическое моделирование химико-технологических систем: учебное пособие / А.Г. Липин. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2008. - 76 с.

- два и более автора:

Холоднов, В.А. Методы расчета химико-технологических систем с материальными и тепловыми рециклами: методические указания / В.А. Холоднов, А.В. Гайков, М.Б. Суханов, В.И. Черемисин. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2009. - 29 с.

Или:

Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебное пособие для вузов / П.И. Тугунов [и др.]. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. – 658 с.

- законодательные материалы:

Конституция Российской Федерации. – М.: Приор, 2001. – 32 с.

- стандарты:

ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. – Введ. 2002-01-01. – М.: Госстандарт России: Издательство стандартов, 2001. – 27 с.

- статья из журнала:

Осипов, Э.В. Проектирование установок АТ и АВТ с использованием универсальных моделирующих программ (УМП) / Э.В. Осипов, Э.Ш. Теляков, О.В. Капитонова, Д.Г. Тукманов // Вестник технологического университета. - 2015. - Т.18, №16. - С. 100-104.

- статья из сборника:

Бояркина, К.Е. Особенности реализации разностного метода расчета течения вязкой жидкости в канале со скачком сечения / К.Е. Бояркина // Труды Томского государственного университета. Серия физико-математическая: Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – Т. 292. – С. 80-84.

- интернет-источники:

КНИТУ: официальный сайт [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.kstu.ru> (Режим доступа – свободный).

**2 ВАРИАНТЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ варианта** | **№ вопроса** |
| 1 | 26 | 51 | 76 | 1; 17; 26 |
| 2 | 27 | 52 | 77 | 2; 18; 27 |
| 3 | 28 | 53 | 78 | 3; 19; 28 |
| 4 | 29 | 54 | 79 | 4; 20; 29 |
| 5 | 30 | 55 | 80 | 5; 21; 30 |
| 6 | 31 | 56 | 81 | 6; 22; 31 |
| 7 | 32 | 57 | 82 | 7; 23; 32 |
| 8 | 33 | 58 | 83 | 8; 24; 33 |
| 9 | 34 | 59 | 84 | 9; 25; 34 |
| 10 | 35 | 60 | 85 | 10; 35; 47 |
| 11 | 36 | 61 | 86 | 11; 36; 48 |
| 12 | 37 | 62 | 87 | 12; 20; 37 |
| 13 | 38 | 63 | 88 | 13; 21; 38 |
| 14 | 39 | 64 | 89 | 14; 34; 39 |
| 15 | 40 | 65 | 90 | 15; 32; 40 |
| 16 | 41 | 66 | 91 | 16; 33; 41 |
| 17 | 42 | 67 | 92 | 11; 17; 42 |
| 18 | 43 | 68 | 93 | 10; 18; 43 |
| 19 | 44 | 69 | 94 | 9; 19; 44 |
| 20 | 45 | 70 | 95 | 8; 20; 45 |
| 21 | 46 | 71 | 96 | 7; 21; 46 |
| 22 | 47 | 72 | 97 | 6; 23; 47 |
| 23 | 48 | 73 | 98 | 5; 22; 48 |
| 24 | 49 | 74 | 99 | 4; 24; 40 |
| 25 | 50 | 75 | 00 | 3; 25; 45 |

Из приведенных ниже контрольных вопросов (раздел 3) необходимо ответить письменно на 3 вопроса, соответствующих вашему варианту.

**3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Понятие химико-технологической системы (ХТС).
2. Модели. Классификация моделей. Моделирование. Области применения моделирования.
3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
4. Физическое моделирование. Построение физической модели данных.
5. Математическое моделирование. Основные виды математических моделей.
6. Этапы построения математической модели.
7. Физико-химическое моделирование.
8. Классификация моделей ХТС.
9. Характеристика технологических операторов. Понятие технологической топологии ХТС. Виды технологических связей между операторами.
10. Постановка задач анализа и синтеза ХТС.
11. Свойства химико-технологических систем.
12. Математическое описание химико-технологического объекта.
13. Структура математической модели химико-технологического объекта.
14. Математическое описание гидродинамической структуры потоков в аппаратах. Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
15. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения.
16. Диффузионные и ячеечные гидродинамические модели.
17. Математические модели теплообменных аппаратов.
18. Моделирование процесса массопередачи.
19. Моделирование процесса сепарации.
20. Моделирование процесса ректификации.
21. Моделирование процесса абсорбции.
22. Моделирование процесса адсорбции.
23. Математическая модель реактора идеального смешения.
24. Математическая модель реактора идеального вытеснения.
25. Тепловой баланс химико-технологического процесса.
26. Методы составления математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
27. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей.
28. Основные классы уравнений, встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений.
29. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод Рунге-Кутта четвертого порядка.
30. Структурные математические модели. Классификация структурных моделей.
31. Способы построения структурных моделей.
32. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем. Декомпозиционные методы расчета. Интегральные методы.
33. Методы решения систем уравнений балансов ХТС. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
34. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
35. Системы нелинейных уравнений.
36. Расчет материально-энергетических балансов химико-технологических систем.
37. Структурный анализ ХТС. Способы представления структуры ХТС.
38. Классификация и назначение топологических моделей ХТС (графов). Потоковые графы. Информационно-потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.
39. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
40. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.
41. Основы построения статистических моделей элементов ХТС.
42. Представление химико-технологической системы в виде графов, матриц и таблиц.
43. Подбор насосного оборудования.
44. Пересчет стандартных характеристик насосного оборудования на рабочие условия.
45. Использование пакета ChemCAD для моделирования химико-технологических систем.
46. Решение задач с помощью электронной таблицы EXCEL.
47. Решение задач в Mathcad методом простой итерации с помощью элементов программирования.
48. Математические операции системы MATLAB.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Барабанов, Н.Н. Расчеты химико-технологических процессов в системе MATLAB: учебное пособие / Н.Н. Барабанов, В.Т. Земскова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 103 с.

2. Борщев, В.Я. Расчёт и проектирование технологического оборудования: учебное электронное издание / В.Я. Борщев, М.А. Промтов; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. – 82 с. –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575075>

3. Ефремов, Г.И. Моделирование химико-технологических процессов: учебник / Г.И. Ефремов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 255 с. – <http://znanium.com/bookread2.php?book=510221>

4. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2012. – 304 с.

5. Зиятдинов, Н.Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: учебно-методическое пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет; сост. Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева и др. - Казань: Издательство КНИТУ, 2008. – 161 с. – [http://biblioclub.ru/index.php?pagbook\_view\_red&book\_id =259070](http://biblioclub.ru/index.php?pagbook_view_red&book_id%20=259070)

6. Карпушкин, С.В. Основы моделирования процессов и систем: учебное пособие / С.В. Карпушкин. – Тамбов: ТГТУ, 2015. – 81 с.

7. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. - Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009. - 144 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=270540>

8. Липин, А.Г. Математическое моделирование химико-технологических систем: учебное пособие / А.Г. Липин. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2008. - 76 с.

9. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

10. Пахомов, А.Н. Основы моделирования химико-технологических систем: учебное пособие / А.Н. Пахомов, В.И. Коновалов, Н.Ц. Гатапова, А.Н. Колиух. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.

11. Ушева, Н.В. Математическое моделирование процессов: учебное пособие / Н.В. Ушева, О.Е. Мойзес, О.Е. Митянина, Е.А. Кузьменко; Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 135 с.

12. Холоднов, В.А. Методы расчета химико-технологических систем с материальными и тепловыми рециклами: методические указания / В.А. Холоднов, А.В. Гайков, М.Б. Суханов, В.И. Черемисин. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2009. - 29 с.