

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна»

Кафедра инженерной химии и промышленной экологии

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Самостоятельная работа и контрольные задания

Методические указания для студентов очно-заочной и заочной форм обучения
по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

Составитель
В. П. Самарин

Санкт-Петербург
2023

Утверждено
на заседании кафедры ИХПЭ
протокол № 8
от «30» мая 2023 г.

Методические указания содержат задания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Общая химическая технология». В методических указаниях представлено содержание дисциплины, самостоятельное изучение которой предусмотрено учебным планом.

Методические указания предназначены для студентов бакалавриата очно-заочной и заочной форм обучения по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Учебное электронное издание сетевого распространения
Издано в авторской редакции

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2023___, по паролю. – Загл. с экрана.
Дата подписания к использованию 30.05.2023 г. Рег. № ____/23

ФГБОУВО «СПбГУПТД»
Юридический и почтовый адрес:
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.
<http://sutd.ru>

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания включают рекомендации к изучению дисциплины «Общая химическая технология». В рамках изучения дисциплины предусмотрено выполнение контрольной работы.

В представленных методических указаниях приведено содержание дисциплины, темы, вопросы и требования к оформлению контрольной работы, а также вопросы для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Методические указания помогут обучающимся сформировать компетенции в области общих закономерностей протекания химико-технологических процессов и организации работы химического производства. При изучении дисциплины решить следующие задачи:

- рассмотреть структуру химического производства и его технологических компонентов,
- раскрыть принципы оптимизации параметров химико-технологических процессов,
- продемонстрировать способы интенсификации химико-технологических процессов, применяемых в химической промышленности,
- изучить особенности применения химического оборудования, рассмотреть критерии его выбора.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный материал дисциплины разбит на три раздела, содержащих темы, относящиеся к различным аспектам общей химической технологии. Все темы в достаточной степени согласуются с целью и основными задачами дисциплины.

Раздел 1 «Основные закономерности химической технологии» включает следующие темы:

- 1) направления развития химической технологии, принципы развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий,
- 2) критерии оценки эффективности химического производства, структура и химико-технологические системы производства, технологические связи,
- 3) влияние кинетических и термодинамических факторов на интенсивность химико-технологического процесса, оптимальный температурный режим химико-технологического процесса,
- 4) классификация химических реакторов по различным признакам, основные математические модели процессов в химических реакторах, конструктивные особенности химических реакторов,

Раздел 2 «Интенсификация и повышение экологической чистоты химико-технологических процессов» включает следующие темы:

- 1) технологические компоненты химического производства, энергия и сырье в химическом производстве, промышленная водоподготовка,
- 2) промышленный катализ, механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов, контактные массы и оборудование для гетерогенного катализа,
- 3) гетерогенные химико-технологические процессы, скорость, равновесие и механизм гетерогенных процессов, способы интенсификации гетерогенных процессов,
- 4) принципы повышения экологической чистоты химико-технологических процессов, очистка промышленных выбросов и сточных вод химического производства,

Раздел 3 «Химические реакторы» включает следующие темы:

- 1) классификация и основные характеристики химико-технологических процессов, понятие технологического режима,
- 2) материальный и тепловой баланс в химических реакторах, температурный режим работы химических реакторов,
- 3) сравнение химических реакторов различных типов, принципы выбора химического реактора, проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах,
- 4) организация химико-технологического процесса, актуальные проблемы основных химических производств.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Перечень вопросов для выполнения контрольной работы, предусмотренной учебным планом, представлен в *табл. 1*.

Таблица 1. Перечень вопросов для выполнения контрольной работы

№	Формулировка вопроса
1	Основные направления развития химической технологии, инновационные химические технологии
2	Тенденции развития химической промышленности в Российской Федерации
3	Принципы развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий
4	Показатели и критерии эффективности химических производств, принципы повышения эффективности
5	Функциональная и иерархическая структура химических производств, основные технологические компоненты производства
6	Комбинирование и кооперация химических производств
7	Понятие технологической системы производства, виды и применение технологической связи в химико-технологической системе
8	Понятие химико-технологического процесса, классификация химико-технологических процессов по различным признакам
9	Оптимизация технологического режима, структуры химико-технологической системы и параметров технологического процесса
10	Понятие термодинамических факторов, влияние термодинамических факторов на показатели химико-технологического процесса
11	Понятие кинетических факторов, влияние кинетических факторов на показатели химико-технологического процесса
12	Скорость химических процессов, определение кинетических характеристик реакции
13	Влияние температуры на характеристики химических процессов, понятие оптимального температурного режима
14	Равновесие в технологических процессах, равновесные характеристики химико-технологического процесса
15	Влияние концентрации реагирующих веществ и давления на характеристики химических процессов
16	Механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов, применение катализа в промышленности
17	Принципы проведения каталитических химико-технологических процессов, применение контактных масс для гетерогенного катализа
18	Гомогенные химико-технологические процессы в промышленности, способы интенсификации гомогенных процессов
19	Гетерогенные химико-технологические процессы в промышленности, механизм и способы интенсификации гетерогенных процессов

20	Гетерогенные процессы в системе «газ-жидкость»
21	Гетерогенные процессы в системе «газ-твердое вещество»
22	Гетерогенные процессы в системе «жидкость-твердое вещество»
23	Экологические проблемы химической технологии
24	Очистка сточных вод химических предприятий
25	Очистка газовоздушных выбросов химических предприятий
26	Принципы проектирования химико-технологического процесса
27	Выбор конструкционных материалов при проектировании технологического процесса
28	Термодинамический анализ в химической технологии
29	Утилизация опасных твердых отходов химических предприятий
30	Переработка отходов производств неорганических веществ
31	Переработка отходов производства нефтепродуктов
32	Переработка отходов горнодобывающей промышленности
33	Переработка отходов производства пластических масс
34	Энергия в химическом производстве, принципы рационального использования энергоресурсов
35	Классификация видов топлива, методы переработки топлива, использование топлива в химическом производстве
36	Классификация видов сырья, методы подготовки и обогащения сырья
37	Принципы рационального и комплексного использования сырьевых ресурсов, использование отходов производства
38	Промышленная подготовка воды, принципы оборотного водоснабжения, требования к показателям качества
39	Принципы рационального потребления воды, системы водоподготовки и водоснабжения на производстве
40	Классификация химических реакторов, требования, предъявляемые к промышленным химическим реакторам
41	Материальный баланс химического реактора, анализ работы реакторов
42	Температурный режим работы реакторов, тепловые процессы в реакторе
43	Реактор идеального смешения, математические модели, применение
44	Реактор идеального вытеснения, математические модели, применение
45	Каскад реакторов идеального смешения, математические модели, характеристики, применение
46	Сравнение химических реакторов различных типов, критерии выбора
47	Расчет отклонений моделей промышленных реакторов от идеализированных моделей
48	Политермический режим работы реактора
49	Изотермический и адиабатический режим работы реактора

50	Основные технологические аспекты производства фосфорных удобрений
51	Основные технологические аспекты производства азотных удобрений
52	Основные технологические аспекты производства калийных удобрений
53	Основные технологические аспекты производства серной кислоты
54	Основные технологические аспекты производства азотной кислоты
55	Основные технологические аспекты производства этанола
56	Основные технологические аспекты производства метанола
57	Основные технологические аспекты производства аммиака
58	Основные технологические аспекты производства каучука
59	Основные технологические аспекты производства нефтепродуктов
60	Основные технологические аспекты производства ацетилена

Контрольная работа содержит письменный ответ на три вопроса, номера которых отображены в табл. 2. Номер варианта контрольной работы совпадает с последними двумя цифрами номера студенческого билета.

Таблица 2. Распределение вопросов контрольной работы

Номер варианта	Номера вопросов контрольной работы			Номер варианта	Номера вопросов контрольной работы			Номер варианта	Номера вопросов контрольной работы			Номер варианта	Номера вопросов контрольной работы		
00	1	31	41	25	26	56	36	50	21	32	42	75	16	57	37
01	2	32	42	26	27	57	37	51	22	33	43	76	17	58	38
02	3	33	43	27	28	58	38	52	23	34	44	77	18	59	39
03	4	34	44	28	29	59	39	53	24	35	45	78	19	60	40
04	5	35	45	29	30	60	40	54	25	36	46	79	20	31	41
05	6	36	46	30	1	32	43	55	26	37	47	80	21	32	42
06	7	37	47	31	2	33	44	56	27	38	48	81	22	33	43
07	8	38	48	32	3	34	45	57	28	39	49	82	23	34	44
08	9	39	49	33	4	35	46	58	29	40	50	83	24	35	45
09	10	40	50	34	5	36	47	59	30	41	51	84	25	36	46
10	11	41	51	35	6	37	48	60	1	42	52	85	26	37	47
11	12	42	52	36	7	38	49	61	2	43	53	86	27	38	48
12	13	43	53	37	8	39	50	62	3	44	54	87	28	39	49
13	14	44	54	38	9	40	51	63	4	45	55	88	29	40	50
14	15	45	55	39	10	41	52	64	5	46	56	89	30	41	51
15	16	46	56	40	11	42	53	65	6	47	57	90	1	43	53
16	17	47	57	41	12	43	54	66	7	48	58	91	2	44	54
17	18	48	58	42	13	44	55	67	8	49	59	92	3	45	55
18	19	49	59	43	14	45	56	68	9	50	60	93	4	46	56
19	20	50	60	44	15	46	57	69	10	51	31	94	5	47	57
20	21	51	31	45	16	47	58	70	11	52	32	95	6	48	58
21	22	52	32	46	17	48	59	71	12	53	33	96	7	49	59
22	23	53	33	47	18	49	60	72	13	54	34	97	8	50	60
23	24	54	34	48	19	50	41	73	14	55	35	98	9	51	31
24	25	55	35	49	20	31	42	74	15	56	36	99	10	52	32

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Оформление контрольной работы производят в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017. Страницы отчета, иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4.

На титульном листе работы должны быть приведены следующие данные:

- наименование министерства, университета, кафедры, проводящей подготовку по дисциплине,
- наименование работы – «Контрольная работа по общей химической технологии»,
- фамилия, имя и отчество студента, номер учебной группы,
- номер зачетной книжки или студенческого билета,
- шифр, наименование направления подготовки,
- фамилия, имя и отчество преподавателя,
- наименования города – Санкт-Петербург,
- год.

Правила оформления работы, отраженные в ГОСТ 7.32-2017, включают:

- размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, номер страницы проставляется в центре нижней части страницы без точки,
- текст выравнивается по ширине страницы, переносы не допускаются,
- абзацный отступ – 1,25 см, одинаковый во всем тексте,
- интервал печати – полуторный, одинаковый во всем тексте, исключение – одинарный интервал печати используется для заголовков таблиц и рисунков,
- переносы в заголовках разделов, подразделов, пунктов, наименованиях рисунков, таблиц не допускаются,
- тип шрифта – Times New Roman, размер шрифта – 14 пт, для оформления содержимого таблиц и подрисуночных текстов размер можно уменьшить до 12 пт,
- использование полужирного шрифта допускается только для выделения заголовков разделов, подразделов, пунктов, структурных элементов, для оформления библиографических записей, использование курсива допускается только для обозначения терминов на латыни,
- единицы физических величин приводят по ГОСТ 8.417-2002,
- сведения об источниках, использованных в работе, приводят в списке использованных источников в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.80-2000.

В состав работы обязательно должны быть включены следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, заключение, список использованных источников.

В основной части работы, включающей разделы, подразделы и пункты, приводят ответы на вопросы контрольной работы, при этом ответ на каждый

вопрос следует считать одним разделом основной части работы. Разделы имеют сквозную нумерацию (1, 2, 3).

Рекомендуемый минимальный объем ответа на каждый из вопросов контрольной работы – четыре страницы без учета объема рисунков, таблиц, математических формул и т. п.

Каждый структурный элемент и каждый раздел начинают с новой страницы. Заголовки структурных элементов, основных разделов, подразделов, пунктов выделяют полужирным шрифтом, не подчеркивая, без точки в конце.

Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки, печатать прописными (заглавными) буквами.

Заголовки разделов, подразделов, пунктов следует начинать с абзацного отступа и размещать после их порядкового номера без точки после номера, печатать с прописной (заглавной) буквы с выравниванием по ширине страницы. Заголовки разделов содержат дословно повторенный текст вопросов контрольной работы. Оформлять заголовки подразделов, пунктов без присвоения им номера не допускается. Все заголовки должны быть отражены в содержании работы.

Номер вопроса (данные *табл. 2*) рекомендуется приводить в скобках после заголовка раздела или во введении.

Оформленная контрольная работа представляется на проверку в электронном виде в информационно-образовательной среде заочной формы обучения СПбГУПТД, печатном виде – в папке-скоросшивателе, скрепляющей вложенные листы.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебным планом предусмотрено проведение промежуточной аттестации в форме экзамена. Условием допуска обучающегося к экзамену является выполнение контрольной работы и ее защита посредством устного собеседования.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации включает следующие вопросы:

- направления развития химической технологии, принципы энерго-, ресурсосбережения в химической промышленности,
- развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий, требования к организации безотходного производства,
- основные показатели эффективности химических производств, качество продукта,
- функциональная и иерархическая структура химических производств, основные технологические компоненты,
- понятие химико-технологической системы производства, анализ химико-технологических систем, виды технологической связи,
- классификация видов сырья, подготовка сырья, методы очистки и обогащения сырья, использование отходов производства,
- промышленная водоподготовка, виды и качество потребляемой в производстве воды,
- энергетические проблемы производства, классификация и сравнение видов энергии, основы рационального использования энергии,
- классификация видов топлива, методы переработки топлива, важнейшие нефтепродукты,
- классификация и основные характеристики химико-технологических процессов, понятие технологического режима, принципы его оптимизации,
- термодинамический анализ химических процессов и его применение на практике, определение термодинамических характеристик реакции,
- равновесие в химических процессах, влияние различных факторов на положения равновесия, действие термодинамических факторов на показатели химико-технологических процессов,
- скорость химических процессов, определение кинетических характеристик реакции, действие кинетических факторов на показатели химико-технологических процессов,
- влияние температуры на характеристики технологических процессов, оптимальный температурный режим химико-технологического процесса,
- влияние концентрации реагирующих веществ и давления на характеристики технологических процессов, кинетические кривые,

– гетерогенные некаталитические химико-технологические процессы, равновесие и скорость гетерогенных процессов, понятие области протекания и режима гетерогенного процесса,

– механизм и способы интенсификации гетерогенных химико-технологических процессов различных видов, классификация гетерогенных химико-технологических процессов

– механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов, применение каталитических процессов в химической промышленности

– виды и оборудование каталитических химико-технологических процессов, контактные массы и оборудование для гетерогенного катализа

– принципы повышение экологической чистоты химико-технологических процессов, основные методы и технические средства защиты окружающей среды, очистка промышленных выбросов и сточных вод химического производства,

– применение химических реакторов в химическом производстве, классификация химических реакторов, требования, предъявляемые к промышленным химическим реакторам

– материальный баланс в химических реакторах, анализ работы химических реакторов, критерии выбора химического реактора,

– реактор идеального вытеснения, вывод характеристического уравнения,

– реакторы идеального смешения непрерывного и периодического действия, вывод характеристического уравнения,

– каскад реакторов идеального смешения, вывод уравнения, определение числа ступеней каскада

– температурный режим работы реакторов, уравнение теплового баланса реактора в интегральном и дифференциальном виде,

– политермический режим работы реакторов, вывод уравнений теплового баланса,

– изотермический и адиабатический режим работы реакторов, вывод уравнений теплового баланса, расчет адиабатического изменения температуры,

– конструктивные особенности химических реакторов,

– проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. – 2-е изд. – Томск : Томский политехнический университет, 2019. – 187 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/96108.html> (дата обращения: 05.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. **Закгейм, А. Ю.** Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. – Москва : Логос, 2014. – 304 с. – ISBN 978-5-98704-497-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/66419.html> (дата обращения: 05.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. **Леонтьева, А. И.** История развития химической технологии в 2-х частях. Ч.1. : учебное пособие / А. И. Леонтьева, К. В. Брянкин, М. Ю. Субочева. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 80 с. – ISBN 978-5-8265-1872-4 (ч.1), 978-5-8265-1870-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/94345.html> (дата обращения: 05.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. **Левенец, Т. В.** Основы химических производств : учебное пособие / Т. В. Левенец, А. В. Горбунова, Т. А. Ткачева. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 122 с. – ISBN 978-5-7410-1292-5. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/54136.html> (дата обращения: 05.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. – 2-е изд. – Томск : Томский политехнический университет, 2019. – 187 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/96108.html> (дата обращения: 05.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Общая химическая технология и химические реакторы. Сборник задач : учебное пособие / Н. Ю. Санникова, А. С. Губин, Л. А. Власова [и др.]. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – 60 с. – ISBN 978-5-00032-534-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/119643.html> (дата обращения: 05.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.