

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский 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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы

Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
 (шифр) (наименование)

Профиль/программа Химическое машино- и аппаратостроение

Квалификация выпускника магистр

Форма обучения очная, очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Форма обучения	очная		очно-заочная	
Курс, семестр	1	1	1	1
	часы	з.е.	часы	з.е.
Лекции	18	0,5	9	0,25
Практические занятия	18	0,5	9	0,25
Самостоятельная работа	72	2,0	90	2,5
Форма аттестации - зачет				
Всего	108	3,0	108	3,0

Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Системный анализ химико-технологической системы» составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Приказ Минобрнауки России № 1026 от 14.08.2020 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года набора.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП

(должность)



(подпись)

И.А. Сабанаев

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол № 8 от «12» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев

(И.О. Фамилия)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.05 «Системный анализ химико-технологической системы» являются:

- а) формирование у студентов основополагающих представлений о методах и способах системного анализа технологических процессов в химии и нефтехимии;
- б) вооружить будущих магистров теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для изучения химико-технологической системы на основе системного подхода и компьютерных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы относится к к группе дисциплин **по выбору** студента из вариативной части ОП и формирует у магистров по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и педагогической деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы магистр по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин бакалавриата:

- а) *математика;*
- б) *основы моделирования;*
- в) *общие химические технологии.*

Дисциплина Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем;*
- б) *Б1.О.05 Современные программные комплексы для расчета оборудования.*

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы могут быть использованы при прохождении практики - Научно-исследовательская работа и выполнении магистерской диссертации по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- | | |
|--------|---|
| ПК-1 | способен анализировать необходимость, выявлять потребность, а также разрабатывать перспективные планы подготовки и повышения квалификации кадров высшей квалификации в соответствующей области знаний |
| ПК-1.1 | Знает аналитические методы оценки потребности в кадрах высшей квалификации |

- ПК-1.2 Умеет проводить анализ целесообразности подготовки и повышения квалификации кадров высшей квалификации в области химического машино- и аппаратостроения
- ПК-1.3 Владеет навыками разработки перспективных планов подготовки и повышения квалификации кадров высшей квалификации в соответствующей области знаний
- ПК-6 способен применять актуальную нормативную документацию при выполнении опытно-конструкторских работ
- ПК-6.1 Знает актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР в области химического машино- и аппаратостроения
- ПК-6.2 Умеет применять актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР
- ПК-6.3 Владеет навыками использования актуальной нормативной документации при выполнении ОКР

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: а) основы системного анализа при изучении химико-технологической системы;

б) правила применения и принципы системного подхода;

в) основные классификационные признаки и виды систем;

г) способы формализации химико-технологической системы.

Уметь: а) выбирать наиболее эффективные схемы декомпозиции систем;

б) разрабатывать структурные, функциональные, операторные и технологические схемы типовых химических процессов;

в) использовать наиболее распространенные компьютерные программные пакеты для решения задач системного анализа;

г) решать задачи системного синтеза при изучении химико-технологических систем.

Владеть: а) терминологией предметной области в задачах системного анализа химико-технологических систем;

б) навыками работы с наиболее известными программными пакетами для реализации системного подхода при изучении технологических процессов;

в) технологией программирования в среде MS Visual Basic для эффективного решения задач моделирования химико-технологических систем;

г) приемами структурной и функциональной декомпозиции.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Очная/очно-заочная формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС	КСР	
1	Основные принципы системного анализа	1	3/1	-	3/1	12/15	-	Тест, экзамен
2	Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах	1	3/1	-	3/1	12/15	-	Контрольная работа, экзамен
3	Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов	1	3/1	-	3/1	12/15	-	реферат, экзамен
4	Иерархическая структура химического производства	1	3/2	-	3/2	12/15	-	собеседование, экзамен
5	Взаимовлияние аппаратов в химико-технологической системе.	1	3/2	-	3/2	12/15	-	собеседование, экзамен
6	Декомпозиция как важнейший принцип системного анализа.	1	3/2	-	3/2	12/15	-	Кейс-задача, экзамен
	Форма аттестации							зачет
	Итого 108 ч.	-	18/9	-	18/9	72/90	-	-

5. Содержание лекционных занятий по темам

Чтение лекций сопровождается презентациями с включением мультимедиа-материалов и обсуждением актуальных вопросов и проблем по изучаемой теме.

Очная/очно-заочная формы обучения

№ п/п	Ча-сы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	3/1	Основные принципы системного анализа	Определение науки о системном анализе. Значение предмета. Взаимосвязь дисциплины с общетеоретическими и специальными дисциплинами. Объекты, изучаемые в системном анализе. Понятие системы. Системный подход к изучению процессов и явлений. Основные принципы. Анализ и синтез. Дедукция и индукция. Моделирование.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	3/1	Взаимосвязь явлений в	Разделение химико-технологических процессов на гидромеханические,	ПК-6.1, ПК-6.2,

		отдельных процессах и аппаратах	теплообменные и массообменные процессы. Общие закономерности в записи уравнений гидромеханических, тепло- и массообменных процессов. Взаимосвязь явлений в различных процессах.	ПК-6.3
3	3/1	Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов	Представление отдельных химико-технологических процессов и явлений в иерархической взаимосвязи. Соподчиненность элементов нижнего иерархического уровня элементам более высокого уровня. Изучение иерархии системы путем построения иерархической схемы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	3/2	Иерархическая структура химического производства	Структурирование химических производств по отдельным операциям. Основные стадии, характерные для каждого химико-технологического процесса. Иерархическая структура многостадийных процессов. Иерархия процессов по признаку основной – вспомогательный.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
5	3/2	Взаимовлияние аппаратов в химико-технологической системе.	Анализ единичных процессов. Взаимное влияние процессов и аппаратов. Технологический режим. Объединение аппаратов в технологическую схему. Прямые, обратные, последовательные, параллельные связи между аппаратами	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6	3/2	Декомпозиция как важнейший принцип системного анализа.	Определение и декомпозиция общей цели. Выделение системы из среды. Описание воздействующих факторов. Описание тенденций развития, неопределенностей. Описание как черного ящика. Функциональная, компонентная и структурная декомпозиция.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

6. Содержание практических занятий.

Цель проведения практических занятий – закрепление полученных знаний, приобретенных на лекциях, отработка практических навыков при решении задач теории систем и системного анализа.

Очная/очно-заочная формы обучения

№ п/п	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	3/1	Представление структуры системы в графовой и матричной формах	Понятие структуры системы. Отображение структуры в нотации теории множеств, матричной форме и теории графов. Применение векторных графических редакторов для отображения структуры ХТС. Преобразование нотаций из одной формы в другую.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	3/1	Системный подход при	Структура ХТС как статическая модель системы. Сущность системного подхода. Невозможность использования принципа	ПК-6.1, ПК-6.2,

		изучении объектов, явлений и процессов	суперпозиций при изучении систем. Принцип эмерджентности и интегративные связи в системе. Изучение систем методом моделирования.	ПК-6.3
3	3/1	Структурный анализ типовых ХТС	Схемы ХТС: структурная, функциональная, технологическая, операторная. Основные операторы ХТС. Схемы соединения операторов в структуре ХТС: последовательная, параллельная, обводная, обратная.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	3/3	Синтез структуры ХТС с помощью механизмов системного анализа	Синтез оптимальных операторных схем ХТС на основе структурных и функциональных схем. Построение технологических схем. Рациональный выбор аппаратов. Разработка спецификаций	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
5	3/3	Общие закономерности гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов	Математическое описание гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов. Движущие силы процессов, наличие аналогии. Решение уравнений гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов для описания ХТС.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6	3/3	Реализация принципа системного анализа с помощью моделирования	Метод моделирования для изучения динамической стороны ХТС. Общая схема моделирования. Реализация алгоритмов моделирования стационарных и нестационарных процессов в ХТС. Верификация и адекватность модели.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

8. Самостоятельная работа магистранта

8.1. Основные формы и формируемые компетенции

Очная/очно-заочная формы обучения

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Час-сы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Представление структуры системы в графовой и матричной формах	12/15	Тест №1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Системный подход при изучении объектов, явлений и процессов	12/15	реферат	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
3	Структурный анализ типовых ХТС	12/15	Расчетно-графическая работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	Синтез структуры ХТС с помощью механизмов системного анализа	12/15	Тест №2	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
5	Общие закономерности гидромеханических,	12/15	собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2,

	теплообменных и массообменных процессов			ПК-1.3
6	Реализация принципа системного анализа с помощью моделирования	12/15	Контрольная работа	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

8.2 Контроль самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы не предусмотрен.

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы используется рейтинговая система. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся разработана на основе требований «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» НХТИ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы приводится в положении о рейтинговой системе.

Оценка учебной деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. Максимальный балл проставляется за качественное и своевременное выполнение работ и требований к ним, а также по всем видам контроля знаний студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных таблицы

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. Оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
Лекция (конспект)	6	2		12	12
Практическое занятие (решенные задания в тетради)	6	2		12	12
реферат	2	6	12	12	24
расчетно-графическая работа	1	6	13	6	13
тест	1	6	13	6	13
контрольная работа	1	6	13	6	13
собеседование	1	6	13	6	13
Всего				60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств,

рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие [электронный ресурс] [электронный ресурс] / Э.Д. Иванчина, Е.С. Чернякова, Н.С. Белинская, Е.Н. Ивашкина ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 115 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1043896 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Математическое моделирование технических систем : учебник [электронный ресурс] / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 592 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1042658 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Моделирование химико-технологических процессов: учебник [электронный ресурс] / Г.И. Ефремов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 260 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1090526 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Сабанаев И.А., Алмакаева Ф.М. Оптимизация химико-технологических процессов методом моделирования. - Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ». 2014 – 48 с.	15 экз. УНИЦ НХТИ
Выявление и устранение проблем в нефтепереработке : практическое руководство [электронный ресурс] / Н. Либерман ; пер. с англ. яз. под ред. О. Ф. Глаголевой. - Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия», 2014. - 528 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1859931 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы» рекомендуется использование электронных источников информации:

1) Электронная библиотечная система «Znaniium». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znaniium.ru>. Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ.

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1) Актуализированная бесплатная база государственных стандартов, полностью соответствующая каталогу ФГУП «Стандартинформ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplan.ru/list0.htm>, свободный.

2) Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Государственные стандарты [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/gost>, свободный.

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены *оборудованием*:

1. персональные компьютеры Pentium-4 и Celeron
2. компьютерные столы, стулья и парты, учебная доска;

техническими средствами обучения:

1. Компьютерными тренажерами Regre-F4, ITMOP,
2. Тренирующие и контролирующие программы тестирования.

Помещения для самостоятельной работы оснащены *компьютерной техникой*:

1. Персональные компьютеры Pentium-4 и Celeron,
- с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы.

1. ОС MS Windows XP;
2. ППП MS Office 2003;
3. CAD-система APM Graph Lite

13. Образовательные технологии

Количество занятий, проводимых в интерактивной форме, согласно учебному плану составляет 6 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- дискуссия;

- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций);
- метод кейсов.