

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

« 3 » мая 2023 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 очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

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

Нижнекамск, 2023 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 2023 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 «19» апреля 2023 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.

№ 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	1	-	1	15	-	Тест, экзамен
2	Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах	1	1	-	1	15	-	Контрольная работа, экзамен
3	Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов	1	1	-	1	15	-	реферат, экзамен
4	Иерархическая структура химического производства	1	2	-	2	15	-	собеседование, экзамен
5	Взаимовлияние аппаратов в химико - технологической системе.	1	2	-	2	15	-	собеседование, экзамен
6	Декомпозиция как важнейший принцип системного анализа.	1	2	-	2	15	-	Кейс-задача, экзамен
	Форма аттестации							зачет
	Итого 108 ч.	-	9	-	9	90	-	-

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

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

№ п/п	Ча-сы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	1	Основные принципы системного анализа	Определение науки о системном анализе. Значение предмета. Взаимосвязь дисциплины с общинженерными 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	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	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	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	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	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.

№ п/п	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	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	1	Системный подход при	Структура ХТС как статическая модель системы. Сущность системного подхода.	ПК-6.1, ПК-6.2,

		изучении объектов, явлений и процессов	Невозможность использования принципа суперпозиций при изучении систем. Принцип эмерджентности и интегративные связи в системе. Изучение систем методом моделирования.	ПК-6.3
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	2	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	2	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	2	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**

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

				ПК-6.3
5	Общие закономерности гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов	15	собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6	Реализация принципа системного анализа с помощью моделирования	15	Контрольная работа	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

### **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» <a href="https://znanium.com/catalog/product/1043896">https://znanium.com/catalog/product/1043896</a> 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» <a href="https://znanium.com/catalog/product/1042658">https://znanium.com/catalog/product/1042658</a> 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» <a href="https://znanium.com/catalog/product/1090526">https://znanium.com/catalog/product/1090526</a> 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» <a href="https://znanium.com/catalog/product/1859931">https://znanium.com/catalog/product/1859931</a> 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 «Znaniy» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znaniy.ru>. Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ.

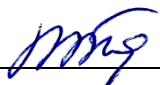
#### **11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

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.