

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

« 14 » апреля 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.18 «Системный анализ химико-технологических процессов»

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии»

Профиль / программа «Машины и аппараты химических производств»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Форма обучения	очная		Очно-заочная		заочная	
курс	4		3		5	
семестр	8		6		9	
	Часы	з.е.	Часы	з.е.	Часы	з.е.
Лекции	9	0,25	9	0,25	4	0,111
Лабораторные занятия	18	0,5	9	0,25	10	0,277
Практические занятия	-	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы	36	1	36	1	4	0,111
Самостоятельная работа	45	1,25	54	1,5	86	2,194
Форма аттестации – зачет (часы на контроль)	-	-	-	-	4	0,111
Всего	108	3	108	3	108	3

Нижнекамск, 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины Б1.В.18 «Системный анализ химико-технологических процессов» составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№923 от 07 августа 2020 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(шифр)

(наименование)

профилю бакалавриата «Машины и аппараты химических производств»,  
на основании учебного плана набора обучающихся 2020 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 № 7 от «10» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой

(подпись)



И.А. Сабанаев

(И.О. Фамилия)

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов» являются:

- а) овладение знаниями в области общей теории систем и системного анализа;
- б) освоение методов системного подхода при изучении химико-технологических систем;
- в) знакомство с современными компьютерными технологиями для решения задач анализа химико-технологических систем.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов» относится к числу дисциплин по выбору вариативной части и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Дисциплина Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.ДВ.02.01 Применение ЭВМ в инженерных расчетах;
- б) Б1.В.ДВ.02.02 Алгоритмы обработки данных в прикладных задачах;
- в) Б1.В.04 Основные процессы и аппараты химических производств;
- г) Б1.В.03 Общая химическая технология;

Дисциплина Б1.В.18 Системный анализ процессов химической технологии» изучается в последнем семестре обучения и предшествует только Б2.В.02(П) Производственная практика (преддипломная практика) и Б3.01 Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации

		в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа
	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
	УК-1.3	Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач
ПК-1		Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
	ПК-1.1	Знает методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследования
	ПК-1.2	Умеет применять методы анализа научно-технической информации и оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
	ПК-1.3	Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

- 1) Знать: а) основные принципы теории систем и системного анализа;  
б) методы формализации систем и изучения их структуры;  
в) технологии структурной декомпозиции ХТС;  
г) правила формализации и синтеза при построении различных схем ХТС.
- 2) Уметь: а) разрабатывать структурные, функциональные, операторные и технологические схемы ХТС;  
б) выбирать математические модели для описания ХТП;  
в) подбирать методы оптимизации для конкретных видов ХТП  
г) использовать готовые программные решения для моделирования и оптимизации ХТП.
- 3) Владеть: а) навыками использования стандартных пакетов для моделирования технических объектов и технологических процессов;  
б) методологией практического решения задач энерго- и ресурсосбережения в химической технологии;  
в) технологией компьютерного моделирования ХТП и ХТС.

**4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

**4.1. Очная форма**

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	КСР	СРС	
1	Общие вопросы системного анализа.	8	3	6	12	15	тест. реферат
2	Иерархическая структура химического производства.	8	3	6	12	15	расчетно-графическая работа, тест.
3	Реализация принципов системного анализа.	8	3	6	12	15	собеседование контрольная работа реферат
	Итого		9	18	36	45	108
	Форма аттестации						Зачет

#### 4.2. Очно-заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	КСР	СРС	
1	Общие вопросы системного анализа.	6	3	3	12	18	тест. реферат
2	Иерархическая структура химического производства.	6	3	3	12	18	расчетно-графическая работа, тест.
3	Реализация принципов системного анализа.	6	3	3	12	18	собеседование контрольная работа реферат
	Итого		9	9	36	54	108
	Форма аттестации						Зачет

#### 4.3. Заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	КСР	СРС	
1	Общие вопросы системного анализа.	9	1	3	1	28	тест. реферат
2	Иерархическая структура химического производства.	9	1	3	1	29	расчетно-графическая работа, тест.
3	Реализация принципов системного анализа.	9	2	4	2	29	собеседование контрольная работа

							реферат
	Итого		4	10	4	86	108
	Форма аттестации						Зачет – 4 часа

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

### **5.1. Очная и очно-заочная формы**

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-сы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие вопросы системного анализа.	1	Основные принципы системного анализа	Определение науки о системном анализе. Значение предмета. Взаимосвязь дисциплины с общетехническими 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.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах	Разделение химико-технологических процессов на гидромеханические, теплообменные и массообменные процессы. Общие закономерности в записи уравнений гидромеханических, тепло- и массообменных процессов. Взаимосвязь явлений в различных процессах.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Иерархическая структура химического производства.	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
		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-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3	Реализация принципов системного анализа.	1	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
		1	Декомпозиция как важнейший	Определение и декомпозиция общей цели. Выделение системы из среды. Описание воздействующих факторов.	ПК-1.1, ПК-1.2,

			принцип системного анализа.	Описание тенденций развития, неопределенностей. Описание как черного ящика. Функциональная, компонентная и структурная декомпозиция.	ПК-1.3
		1	Реализация стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ».	Диалоговый режим работы ЭВМ. Компьютерная модель системы. Модели химико-технологических систем. Классификация моделей. Реализация принципов системного анализа с помощью ЭВМ. Прикладные компьютерные программы для решения задач системного анализа.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

## 5.2. Заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-сы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие вопросы системного анализа.	0,5	Основные принципы системного анализа	Определение науки о системном анализе. Значение предмета. Взаимосвязь дисциплины с общепромышленными 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.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		0,5	Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах	Разделение химико-технологических процессов на гидромеханические, теплообменные и массообменные процессы. Общие закономерности в записи уравнений гидромеханических, тепло- и массообменных процессов. Взаимосвязь явлений в различных процессах.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Иерархическая структура химического производства.	0,5	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
		0,5	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-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

3	Реализация принципов системного анализа.	0,5	Взаимовлияние аппаратов в химико - технологическо й 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
		1	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-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		0,5	Реализация стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ».	Диалоговый режим работы ЭВМ. Компьютерная модель системы. Модели химико-технологических систем. Классификация моделей. Реализация принципов системного анализа с помощью ЭВМ. Прикладные компьютерные программы для решения задач системного анализа.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

## 6. Содержание лабораторных занятий (лабораторного практикума)

Цель проведения лабораторных занятий состоит в получении практических навыков и формировании умений применять на практике полученные теоретические знания в области системного анализа, структурной и параметрической оптимизации и моделирования ХТС, синтеза ХТС.

### 6.1. Очная / очно-заочная / заочная формы

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Название лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие вопросы системного анализа.	3/1/1	Представление структуры системы в графовой и матричной формах	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		3/2/2	Системный подход при изучении объектов, явлений и процессов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Иерархическая структура химического производства	3/1/1	Структурный анализ типовых ХТС	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		3/2/2	Синтез структуры ХТС с помощью механизмов системного анализа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3	Реализация	2/1/1	Общие закономерности гидромеханических,	ПК-1.1, ПК-1.2,



	принципов системного анализа.		теплообменных и массообменных процессов	ПК-1.3
		2/1/1	Реализация принципа системного анализа с помощью моделирования	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/1/2	Реализации стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ»	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

## 7. Содержание практических занятий

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены

## 8. Самостоятельная работа бакалавра Очная / очно-заочная / заочная формы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные принципы системного анализа	7/9/14	Тест №1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах	8/9/14	реферат	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов	7/9/14	Расчетно-графическая работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	Иерархическая структура химического производства	8/9/15	Тест №2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5	Взаимовлияние аппаратов в химико - технологической системе	5/6/9	собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6	Декомпозиция как важнейший принцип системного анализа	5/6/10	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
7	Реализация стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ»	5/6/10	реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

## 8.2. Контроль самостоятельной работы

Очная, очно-заочная и заочная формы обучения

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные принципы системного анализа	6/6/0,5	Тест №1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах	6/6/0,5	реферат	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов	6/6/0,5	Расчетно-графическая работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	Иерархическая структура химического производства	6/6/0,5	Тест №2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5	Взаимовлияние аппаратов в химико - технологической системе	4/4/0,5	собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6	Декомпозиция как важнейший принцип системного анализа	4/4/0,5	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
7	Реализация стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ»	4/4/1	реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.18 Системный анализ процессов химической технологии» используется рейтинговая система.

Учебным планом предусмотрен промежуточный контроль в форме зачета. Зачет выставляется в том случае, если текущий рейтинг по дисциплине составит значение, равное или большее, чем 60 единиц. Текущий рейтинг формируется на основе оценки текущей учебной работы студента по дисциплине и складывается из оценок контрольной работы, выполнения практических работ, прослушивания и записи конспектов 7 лекций, подготовки двух рефератов, собеседования по одной из заданных проблем, правильных ответов на вопросы двух тестов, одной расчетно-графической задачи. Положительным результатом считается результат, численное значение которого находится в диапазоне от 60 до 100 единиц.

Оценки за перечисленные мероприятия приводятся в таблицах.

Таблица

Расчет суммарного рейтинга для всех форм обучения

Название	Диапазон оценок мин - макс	Кол-во	Всего
Лекции	1	7	7
Лабораторные занятия	2	7	14
Рефераты	5 – 11	2	10 – 22
Собеседование	5 – 11	1	5 – 11
Тесты	5 – 11	2	10 – 22
Расчетно-графическая работа	7 – 12	1	7 – 12
Контрольная работа	7 – 12	1	7 – 12

Итого (мин – макс): 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.18 Системный анализ химико-технологических процессов 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. кафедра МАХП
Сабанаев И.А., Алмакаева Ф.М. Решение задач системного анализа процессов химической технологии: лабораторный практикум.- Нижнекамск: НХТИ, 2012. - 67 с.	15 экз. кафедра МАХП
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.18 Системный анализ химико-технологических процессов использование электронных источников информации:

1) Электронная библиотечная система «Znanium». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znanium.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.18 Системный анализ химико-технологических процессов:

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.