

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета  
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

**Основы цифровизации технологических процессов с использованием  
математического пакета Aspen**

по направлению подготовки

**04.04.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки :

**Цифровая химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А. С. Князев

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-2 Способен к реализации и управлению химическими и биомедицинскими процессами на базе математического прогнозирования и моделирования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1. Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля.

ИОПК 3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности.

ИОПК-3.3. Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием

ИПК 2.2. Демонстрирует способность к организации рабочего места и размещению технологического оборудования для реализации химического производства.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить базовые знания и навыки работы с программным комплексом AspenONE Engineering, включающим такие компоненты как Aspen Hysys, Aspen Plus, EDR;
- Освоить основные знания и навыки, необходимые для успешного математического моделирования процессов химического и нефтехимического синтеза;
- Освоить основные знания и навыки, необходимые для успешного математического моделирования процессов массо- и теплообмена;
- Приобрести навыки работы в современных программных комплексах математического моделирования и понимание алгоритмов работы данных комплексов;
- Освоить принципы и алгоритмы расчета и подбора основного и вспомогательного технологического оборудования с использованием программного пакета.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Второй семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам:

- Неорганическая химия
- Органическая химия
- Физическая химия
- Актуальные задачи современной химии 2;
- Основы системного анализа и моделирование технологических процессов;
- Термодинамика и кинетика в химической технологии

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Введение в Aspen HYSYS

Введение, обзор интерфейса программного комплекса, возможности и базовые основы работы в программном комплексе.

Тема 2. Начало работы

Обзор диспетчера базиса, термодинамических пакетов комплекса и их теоретических основ и применимости к системам различного рода, создание псевдокомпонентов, логические операторы.

Тема 3. Вспомогательное технологическое оборудование

Работа с насосами, теплообменниками, сепараторами в программном комплексе, расчет и моделирование вспомогательного технологического оборудования, работа с реальными сепараторами.

Тема 4. Ректификация, продукты разгонки

Предварительный расчет колонны фракционирования, расчет колонны фракционирования и её оптимизация, сходимость при расчете процесса ректификации, работа с рециклами.

Тема 5. Реакторное оборудование

Обзор типов реакторов, принципы работы с реакторами, создание набора реакций и задание их термодинамических констант, расчет моделей реакторного оборудования, анализ на чувствительность системы.

Тема 6. Сопротивление трубопроводов

Теоретические основы прикладной гидравлики, расчет потерь напора в трубопроводах с учетом фасонных изделий и пр.

Тема 7. Модуль «BlowDown»

Работа с модулем в Aspen Hysys, практическое применение модуля.

Тема 8. Отчеты в Aspen Hysys

Вывод отчетов математической модели процессов, аналитика и работа с отчетами. Работа с процессом через отчет.

Тема 9. Введение в Aspen Plus

Введение, обзор интерфейса, основные отличия Aspen Plus от Aspen HYSYS, возможности и базовые основы работы, вывод и просмотр результатов расчета, базы данных.

#### Тема 10. Начало работы

Обзор диспетчера базиса, термодинамических пакетов комплекса и их теоретических основ и применимости к системам различного рода, создание псевдокомпонентов, логические операторы.

#### Тема 11. Вспомогательное технологическое оборудование

Работа с насосами, теплообменниками, сепараторами, расчет и моделирование вспомогательного технологического оборудования.

#### Тема 12. Реакторное оборудование

Расчет и моделирование реакторного оборудования.

#### Тема 13. Фракционирующее оборудование

Обзор фракционирующего оборудования, расчет и моделирование колонны фракционирования.

#### Тема 14. Введение в Aspen EDR

Введение, обзор интерфейса, возможности и базовые основы работы, задание физических свойств моделируемых сред.

#### Тема 15. Расчет кожухотрубчатых теплообменников

Расчет кожухотрубчатых теплообменников, изменение геометрии кожухотрубчатых теплообменников, импорт теплообменников из Aspen HYSYS и Aspen Plus, дополнительные возможности расчета теплообменного оборудования (оптимизация конструкции и анализ загрязнений).

#### Тема 16. Другие типы теплообменного оборудования

Обзор других типов теплообменного оборудования и принципов его работы, расчет пластинчатых теплообменников, печей и змеевиков.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекций и практических занятий, проведения занятий с презентациями студентов по индивидуальному заданию и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен во Второе семестре проводится в устной форме в виде защиты индивидуального задания с презентацией и ответами на вопросы аудитории, проверяющего освоение ИОПК 3.1., ИОПК 3.2, ИОПК 3.3., ИПК 2.2.

Индивидуальное задание выполняется на основании задания по дисциплине «Актуальные задачи современной химии», выданного в начале семестра.

Презентация должна включать расчетную модель процесса и основных аппаратов (по 1 каждого типа), краткие результаты расчета исходя из задания, методы оптимизации и пр. Доклад должен включать обоснование использованного термодинамического пакета, результаты регрессионного анализа (если проводился) и алгоритм расчета процесса.

Результаты презентации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и

дополнительные вопросы экзаменатора по теме вопросов. Не допускаются небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если даны не полные, но правильные по сути составляющей ответы на все вопросы; содержание ответа изложено логично и последовательно; присутствуют несущественные фактические ошибки; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать правильные ответы на все уточняющие и дополнительные вопросы экзаменатора по теме вопросов. Допускаются небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если на большинство вопросов даны не полные, но правильные по сути составляющей ответы; содержание ответа изложено логично и последовательно; присутствуют несущественные фактические ошибки; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать правильные ответы на большую часть уточняющих и дополнительных вопросов экзаменатора по теме вопросов. Допускаются ошибки и погрешности, имеющие принципиального характера.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не дал ответа на большинство вопросов при защите индивидуального задания; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя и студентов. «Неудовлетворительно» выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы преподавателя и студентов.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

Кузнецов, О. А. Начало работы в Aspen HYSYS V8 / О. А. Кузнецов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 68 с.

2. Кузнецов, О. А. Моделирование установки переработки нефти в Aspen HYSYS V8 / О. А. Кузнецов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 133 с.

3. Кузнецов, О. А. Моделирование схемы переработки природного газа в Aspen HYSYS V8 / О. А. Кузнецов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 116 с.

4. Смит Р., Клемеш Й., Тобажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. Основы интеграции тепловых процессов. Харьков. НТУ “ХПИ”. – Библиотека журнала ИТЭ. – Харьков: НТУ “ХПИ”. 2000. – 458 с.

5. Булатов, И. С. Пинч-технология. Энергосбережение в промышленности / И. С. Булатов. – СПб: Страта, 2012. – 140 с.

6. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин.: Учебник для вузов. – 10-е изд., стерiotипное, доработанное. Перепеч. С изд. 1973 г. - М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 753 с.

7. Борисов, Г. С., Брыков, В. П., Дытнерский, Ю. И. и др. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. Под ред. Ю. И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. - М.: Химия, 1991. – 496 с.

8. Thomas A. Adams II. Learn aspen Plus in 24 Hours / Thomas A. Adams II. – N.Y.: McGraw-Hill Education, 2017. - 208 p.

9. William L. Luyben. Distillation design and control using aspentm simulation / Wiley, 2013. – 489 p

10. Kamal I.M. Al-Malah. ASPEN PLUS® Chemical Engineering Applications / Wiley, 2017. – 615 p

б) ресурсы сети Интернет:

- <http://elibrary.ru>
- <https://login.webofknowledge.com/>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- AspenONE Engineering Suite 11-12;
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации.

Аудитория для выполнения практических занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации, а также персональными компьютерами с установленными пакетами MS Office (MS Word, MS Excel) и AspenONE Engineering (V 11/12) для выполнения практических заданий.

### 15. Информация о разработчиках

Норин Владислав Вадимович, ведущий специалист отдела предпроектной подготовки ООО «ИХТЦ», ассистент кафедры неорганической химии ХФ НИ ТГУ;

Решетников Дмитрий Михайлович, начальник отдела предпроектной подготовки ООО «ИХТЦ»

Карлос Гарсия Энрике Серпас, специалист отдела предпроектной подготовки ООО «ИХТЦ»