

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 09.09.2021 22:54:04
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ А.В.Гарабаджиу
«_____» _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРОБЛЕМНО-
ОРИЕНТИРОВАННЫХ СРЕДАХ

Направление подготовки
09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

Направленность программы аспирантуры
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения
Очная

Санкт-Петербург
2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		профессор В.А. Холоднов
Разработчик		доцент Д.А. Краснобородько

Рабочая программа дисциплины «Методы и технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента в проблемно-ориентированных средах» обсуждена на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий.

протокол от «__» _____ 2016 № __

Зав. кафедрой системного анализа и
информационных технологий

А.А. Мусаев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления

протокол от «__» _____ 2016 № __

Председатель

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направленности подготовки «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»		профессор Т.Б. Чистякова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник отдела аспирантуры и докторантуры		доцент О.Н. Еронько

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	7
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	12
10.2. Программное обеспечение	12
10.3. Информационные справочные системы	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	<p>Знать: методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.</p> <p>Уметь: составлять модель по вербальному описанию, настраивать модель, представлять модель в математическом и алгоритмическом виде.</p> <p>Владеть: методами составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок.</p>
ОПК-2	владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<p>Знать: основные понятия, методы, цели и задачи математического моделирования, типы математических моделей процессов и систем.</p> <p>Уметь: использовать современные программные средства математического моделирования при решении научно-исследовательских задач.</p> <p>Владеть: основными методами расчета теплообменных, массообменных и реакционных аппаратов.</p>
ПК-1	Способность проводить комплексные исследования объектов проектирования и управления с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	<p>Знать: способы представления информации о моделируемых объектах и их свойствах; современные методы построения математических моделей технологических процессов; технологию вычислительного эксперимента.</p> <p>Уметь: проводить комплексные исследования технологических процессов с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента; решать задачи математического моделирования с использованием современных информационных</p>

		технологий. Владеть: навыками идентификации параметров математических моделей и использования их для разработки новых и оптимизации существующих технологических процессов.
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» (индекс дисциплины Б1.В.ДВ.02.02) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся в бакалавриате и магистратуре (специалитете).

Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы и технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента в проблемно-ориентированных средах» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской деятельности аспиранта и при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	44
занятия лекционного типа	22
занятия семинарского типа, в т.ч. семинары, практические занятия	22
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	64
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	проверка отчетов о практических работах, устные и письменные опросы
Форма промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы (семинары и/или практические занятия)	Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
1.	Введение. Основные понятия и определения. Математическое моделирование как наука. Понятия математической модели и математического моделирования. Детерминированные, формальные и стохастические модели.	2		6	ОПК-1
2.	Общая характеристика систем. Понятие системы. Элемент системы. Модель структуры системы. Эвристические правила синтеза однородных систем. Противоречия в использовании эвристических правил и пути их ликвидации.	4	4	8	ОПК-2
3.	Алгоритм построения математических моделей. Краткая характеристика основных этапов алгоритмов построения аналитических и эмпирических моделей.	4	6	6	ПК-1
4.	Информационно-моделирующие программы. Основы моделирования систем в программных комплексах Aspen Plus, Aspen Hysys, Aspen Dynamics. Анализ, обработка данных в проблемно-ориентированных средах SPSS, EXCEL, GNU. Метод группового учета аргументов. Основы математического моделирования, оптимизации и управления системами в программных комплексах.	12	12	44	ПК-1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Основные понятия и определения. Понятие математической модели. Функции моделей. Формальная модель. Прогностическая модель. Статическое и динамическое моделирование. Требования к математической модели. Структура математической модели. Классификация математических моделей. Цели математического моделирования для технических объектов и технологических процессов. Качественные или количественные свойства при разделении или объединении частей целого. Принцип целеполагания и ограничения. Математическое моделирование как инструмент реализации системного подхода. Понятия математической модели и математического моделирования. Свойство гомоморфизма математической модели. Этапы построения математической модели и математического моделирования. Детерминированные, формальные и стохастические модели.</p>	2	Слайд-презентация
2	<p>Понятие системы. Элемент системы - химико-технологический процесс (ХТП). Модель структуры системы. Статические и динамические модели систем. Химико-технологические системы (ХТС). Типовые элементы ХТС, их изображение на схемах. Классификация параметров систем: структурные, конструктивные, технологические, параметры потоков. Общая математическая модель систем. Модель топологии и модели элементов систем. Постановка задачи синтеза оптимальных ХТС. Ключевая роль энерго- и ресурсосбережения в разработке проектировании ХТС. Классификация методов синтеза ХТС. Эвристические методы синтеза. Эвристические правила синтеза однородных систем: ректификации смесей; теплообмена; реакторов. Противоречия в использовании эвристических правил и пути их ликвидации. Принципы построения экспертных систем синтеза ХТС на основе эвристических правил.</p>	4	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<p>Алгоритмы построения аналитической и эмпирической модели. Краткая характеристика основных этапов алгоритмов построения аналитических и эмпирических моделей. Этап определения объекта исследования и постановки задачи (задач). Этап выбора входных и выходных факторов. Этап формализации задачи. Этап построения модели. Содержательная постановка задачи. Математическая формулировка задачи (построение математической модели). Выбор метода решения. Проведение математического исследования полученного решения. Практическая реализация математической модели и проверка ее адекватности.</p>	4	Слайд-презентация
4	<p>Основы моделирования систем на основе комплексов Aspen Plus, Aspen Hysys, Aspen Dynamics. Средства описания и редактирования технологических схем. Описание базы данных для расчета свойств индивидуальных компонентов и их смесей. Описание библиотеки моделей типовых аппаратов химической технологии. Набор математических методов расчета и оптимизации технологических систем. Анализ, обработка данных в проблемно-ориентированных средах SPSS, EXCEL, GNU. Средства описания и редактирования технологических схем. Описание базы данных для расчета свойств индивидуальных компонентов и их смесей. Описание библиотеки моделей типовых аппаратов химической технологии. Набор математических методов расчета и оптимизации технологических систем. Стратегии оптимизма, стратегии пессимизма, минимаксные стратегии.</p>	12	Слайд-презентация

4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Математическое моделирование замкнутой химико-технологической системы в Aspen Plus и Aspen Hysys. Расчет технологических аппаратов: испаритель, нагреватель, компрессор, турбина в Aspen Plus.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	Математическое моделирование стехиометрического реактора в Aspen Plus и Aspen Hysys. Математическое моделирование реактора полного смешения, реактора идеального вытеснения и реактора Гиббса в Aspen Plus и Aspen Hysys. Расчет и анализ чувствительности ректификационной колонны в Aspen Plus. Расчет ректификационной колонны в Aspen Hysys.	6	Слайд-презентация, групповая дискуссия
4	Расчет технологической схемы окисления параксилола в Aspen Plus и Aspen Hysys. Моделирование процесса получения винилхлорида в Aspen Plus и Aspen Hysys.	12	Слайд-презентация, групповая дискуссия

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Моделирование химического реактора на основе модели идеального смешения, вытеснения и модели неполного продольного перемешивания: <ul style="list-style-type: none"> • формирование допущений при построении математических моделей реакторов идеального смешения; • формирование допущений при построении математических моделей реакторов идеального вытеснения; • построение одно- и двухпараметрической модели реактора неполного продольного перемешивания. 	6	Устный опрос № 1
2	Выбор типоразмера центробежного насоса: <ul style="list-style-type: none"> • моделирование характеристики сети центробежного насоса; • анализ высоты его установки; • анализ полей типоразмеров центробежного насоса. 	8	Письменный опрос № 1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Расчёт каскада реакторов идеального смешения: <ul style="list-style-type: none"> • построение математической модели барботажного реактора колонного типа; • построение математической модели кожухотрубного газлифтного реактора; • анализ и сопоставление этих моделей. 	6	Устный опрос № 2
4	Определение основных характеристик процесса конвективной диффузии на основании решения однопараметрической модели неполного продольного перемешивания.	10	Устный опрос № 3
4	Технико-экономическая оптимизация на основе маргинальных решений. Решение задач многоцелевой оптимизации в маркетинговых исследованиях.	14	Устный опрос № 3
4	Идентификация математической модели кинетики химических реакций. Прямая и обратная задачи кинетики. Определение кинетических констант для системы мономолекулярных химических реакций. Вычислительный эксперимент для сложной системы химических реакций. Определение предэкспонент и энергий активаций.	20	Письменный опрос № 2

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) для проверки знаний и навыков.

При сдаче зачета аспирант получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки аспиранта к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Способы представления структуры ХТС.
2. Какие возможности дает моделирование в Aspen Dynamics?

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для вузов / А. М. Гумеров. – 2-е изд., перераб. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. – 176 с. (ЭБС)
2. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем с помощью интерактивной информационно-моделирующей программы Aspen Plus : учеб. пособие / В. А. Холоднов [и др.]. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 214 с. (ЭБ)
3. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов» : учеб. пособие / Н. А. Самойлов. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. – 168 с. (ЭБС)
4. Марков, Ю. Г. Математические модели химических реакций : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. – 192 с. (ЭБС)
5. Чистякова, Т. Б. Применение универсальных моделирующих программ для синтеза и анализа технологических процессов : учеб. пособие / Т. Б. Чистякова, Л. В. Гольцева, А. В. Козлов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. – СПб. : [б. и.], 2011. – 65 с.
6. Чистякова, Т. Б. Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами : учеб. пособие для вузов / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2010. – 240 с.

б) дополнительная литература:

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб. для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев – М.: Юрайт, 2013. - 343 с.
2. Системный анализ и принятие решений. Компьютерное моделирование и оптимизация объектов химической технологии в Mathcad и Excel: учеб. пособие. / В. А. Холоднов [и др.]. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. – 434с.
3. Системный анализ и принятие решений. Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии: учеб. пособие / В. А. Холоднов [и др.]. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. – 340с.

в) вспомогательная литература:

1. Решение задач нелинейного программирования на основе градиентных методов с использованием системы компьютерной математики MathCAD: методические указания / В. А. Холоднов [и др.]. СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010. – 69 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Ведущие порталы в области образования и информационных технологий:

- URL: <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»

- URL: <http://www.openet.edu.ru> – Российский портал открытого образования
 - URL: <http://www.exponenta.ru> – Российский портал образования
 - model.exponenta.ru – сайт о моделировании и исследовании: систем, объектов, технических процессов и физических явлений.
- Электронно-библиотечные системы:
 «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
 «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Методы и технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента в проблемно-ориентированных средах» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ(ТУ) 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия аспирант должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

OpenOffice.org Calc (или LibreOffice Calc), Mathcad, Aspen Plus, Aspen Hysys.

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть:

персональные компьютеры на базе процессоров Intel Core i7/i5/i3, оперативная память не менее 2 Гб, дисковая память не менее 300 Гб, видеокарта (любая совместимая), наличие LAN и USB.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Методы и технологии математического моделирования и
вычислительного эксперимента в проблемно-ориентированных средах»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	начальный
ОПК-2	владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	начальный
ПК-1	способность проводить комплексные исследования объектов проектирования и управления с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	начальный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p>Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.</p> <p>Умеет составлять модель по вербальному описанию, настраивать модель, представлять модель в математическом и алгоритмическом виде.</p> <p>Владеет методами составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок.</p>	Правильные ответы на вопросы № 1-4 к зачету	ОПК-1
Освоение раздела № 2	<p>Знает основные понятия, методы, цели и задачи математического моделирования, типы математических моделей процессов и систем.</p> <p>Умеет использовать современные программные средства математического моделирования при решении научно-исследовательских задач.</p> <p>Владеет основными методами расчета теплообменных, массообменных и реакционных аппаратов.</p>	Правильные ответы на вопросы № 5-8 к зачету	ОПК-2
Освоение раздела № 3	<p>Знает способы представления информации о моделируемых объектах и их свойствах.</p> <p>Умеет проводить комплексные исследования технологических процессов с применением современной технологии математического моделирования и</p>	Правильные ответы на вопросы № 9-12 к зачету	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	вычислительного эксперимента. Владеет навыками идентификации параметров математических моделей и использования их для разработки новых и оптимизации существующих технологических процессов.		
Освоение раздела № 4	Знает современные методы построения математических моделей технологических процессов; технологию вычислительного эксперимента. Умеет решать задачи математического моделирования с использованием современных информационных технологий.	Правильные ответы на вопросы № 13-16 к зачету	ПК-1

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у аспиранта по компетенции ОПК-1:

1. Понятие системы, элемента системы. Понятие химико-технологической системы (ХТС), элемента ХТС.
2. Метод математического моделирования и его использование при построении математических моделей элементов ХТС. Блок-схема построения математической модели элемента ХТС.
3. Классификация элементов ХТС и технологических потоков. Параметричность технологического потока.
4. Метод математического моделирования и его использование при построении математических моделей элементов ХТС.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у аспиранта по компетенции ОПК-2:

5. Способы представления структуры ХТС.
6. Математическая постановка основных задач при системном анализе химических производств. Формализация задач анализа ХТС, синтеза ХТС, синтеза оптимальной ХТС.
7. Структурный анализ ХТС. Основные понятия.
8. Понятие совмещенных и гибких химико-технологических систем (ХТС).

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у аспиранта по компетенции ПК-1:

9. Эмерджентность и интерэктность ХТС.
10. Математическое описание ХТС.
11. Охарактеризуйте испаритель. Какие возможности представляются для улучшения результатов разделения: модификацией процесса или параметров процесса?
12. Какие отличия при моделировании замкнутой химико-технологической системы в Aspen Plus и Aspen Hysys?
13. Перечислите главные шаги ввода данных для моделирования с помощью Aspen Plus.
14. При расчете ректификационной колонны постройте графики изменения температуры и концентрационного профиля по высоте колонны.
15. Какие параметры химической реакции задаются при расчете реактора идеального смешения?
16. Какие возможности дает моделирование в Aspen Dynamics?

К зачету допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета аспирант получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки аспиранта к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.