

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.07.2021 16:11:30  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
**ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**  
Направление подготовки

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных**  
**материалов и изделий**  
(начало подготовки – 2017 г.)

**Специализация №5**  
**Автоматизированное производство химических предприятий**

Квалификация

Инженер

Форма обучения

**Очная**

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Санкт-Петербург

2016

Б1.Б.30.07

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Доцент В.С. Данильчук

Рабочая программа дисциплины «Вероятностные методы моделирования процессов химической технологии» обсуждена на заседании кафедры машин и аппаратов химических производств

протокол от «    »            2016 №

А.Н. Веригин

Заведующий кафедрой

Одобрено учебно-методической комиссией Механического факультета

протокол от «    »            2016 №

А.Н. Луцко

Председатель

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки по специальности Химическая технология энерго-насыщенных материалов и изделий		профессор В.В. Самонин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## 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 .....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа .....	6
4.3. Занятия семинарского типа .....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	9
4.3.2. Лабораторные занятия .....	10
4.4. Самостоятельная работа .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	13
10.1. Информационные технологии .....	13
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине: «Вероятностные методы моделирования процессов химической технологии»

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-16</b>	Способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования	<p><b>Знать:</b> - принципы и этапы построения вероятностных моделей; - математические основы построения вероятностных моделей и расчетных алгоритмов.</p> <p><b>Владеть:</b> - методами построения вероятностных моделей процессов химической технологии;</p> <p><b>Уметь:</b> - осуществлять постановку задач по построению вероятностных моделей процессов химической технологии; - разрабатывать алгоритмы и программы для реализации вероятностных моделей на ЭВМ; - анализировать эффективность функционирования объектов с использованием их вероятностных математических моделей.</p>
<b>ОПК-1</b>	Способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> - возможности совершенствования объектов техники методом вероятностного моделирования; - интерфейс и возможности среды MathCad; - типы данных и средства представления информации в среде MathCad.</p> <p><b>Владеть:</b> - методами оценки результатов моделирования; - методами программирования в среде MathCad.</p> <p><b>Уметь:</b> - составлять техническое задание на разработку и совершенствование аппаратного оформления процессов химической технологии на основе вероятностного моделирования; - получать нужную информацию о функционировании объектов техники под воздействием управляющих сигналов при изменении внешних условий с использованием их вероятностных математических моделей; - оформлять, структурировать и использовать информацию, полученную в результате моделирования</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПСК-5.3</b>	владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	<p><b>Знать:</b> методы эксплуатации технологического оборудования при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий.</p> <p><b>Владеть:</b> инженерными расчетами при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий;</p> <p><b>Уметь:</b> проводить с использованием ЭВМ расчеты основных элементов и сборочных единиц разрабатываемого оборудования, применять автоматизированные методы конструирования.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации (Б1.Б.30.07) и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Теоретическая механика», «Детали машин и основы конструирования», «Физика», «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)</b>	5/180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>70</b>
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия	32
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	6

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>74</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)</b>	
<b>Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)</b>	<b>Экзамен(36)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение.	2				ОПК-1
2	Структура потоков - основа построения вероятностных моделей непрерывных процессов	8	6			ПК-16 ОПК-1
3	Метод Монте-Карло в инженерном приложении	12	14		60	ПСК-5.3 ОПК-1
4	Моделирование процессов химической технологии в рамках теории цепей Маркова.	6	6			ПК-16 ОПК-1
5	Основы теории массового обслуживания	4	6		14	ПК-16 ОПК-1

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Введение</u> Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и содержание дисциплины. Рекомендуемая литература</p>	2	
2	<p><u>Структура потоков- основа построения вероятностных моделей непрерывных процессов</u> Особенности построения моделей непрерывных процессов. Понятие структуры потоков. Распределение времени пребывания. Физический смысл кривых отклика. Построение кривых отклика по опытным данным. Аппараты полного перемешивания и полного вытеснения. Понятие завершенности физико-химического процесса на примере реакции 1-го порядка. Расчет требуемого объема аппарата для проведения процессов с заданной степенью завершенности с учетом модели структуры потоков. Прогнозирование структуры потоков по конструктивным признакам аппарата. Учет структуры потоков при расчете физико-химических процессов в идеальных аппаратах. Комбинированные модели. Оценка объема застойной зоны по опытным данным. Определение параметров модели по опытным данным. Ячеечная модель структуры потоков. Оптимизация каскада реакторов полного перемешивания.</p>	8	

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><u>Метод Монте-Карло в инженерном приложении</u> Задачи, решаемые методом Монте-Карло. Дискретные и непрерывные случайные вели- чины. Представление входных и выходных пара- метров объектов техники в виде функций рас- пределения. Получение и преобразование слу- чайных чисел в соответствии с заданным зако- ном распределения.</p> <p>Флуктуации физических параметров (скоро- стей, сил, температуры). Разыгрывание случай- ных параметров с использованием стандартных случайных чисел. Выбор случайного направле- ния, случайного времени пребывания элемента потока в аппарате.</p> <p>Непрерывные и дискретные случайные блуж- дания. Модель броуновского движения частиц. Разработка алгоритма и программы для расчета случайных траекторий. Изучение поведения ан- самбля частиц. Проверка адекватности модели. Использование модели для расчета диффузион- ных процессов.</p> <p>Расчет поля температур по заданным услови- ям на границах области. Алгоритмическое обес- печение процессов случайных блужданий. Ре- комендации по программированию: применение циклов, условных операторов, организация счетчиков событий, рациональное представле- ние результатов моделирования.</p> <p>Применение теории дискретных блужданий для построения модели каскадного гравитаци- онного классификатора дисперсных материалов. Расчет кривой разделения и дисперсного соста- ва продуктов классификации. Выбор оптималь- ных параметров конструкции аппарата на осно- ве результатов моделирования.</p> <p>Оптимизация конструкции узла машины. Рас- чет оптимального поля допуска деталей, состав- ляющих размерную цепь. Разыгрывание слу- чайных размеров деталей и цепи в пределах до- пуска.</p>	12	



№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><u>Моделирование процессов химической технологии в рамках теории цепей Маркова.</u></p> <p>Понятие цепи Маркова. Условная вероятность. Вероятность перехода. Основное уравнение цепей Маркова. Матрица переходных вероятностей. Матричные операции в среде MathCad.</p> <p>Процессы рождения и гибели. Процесс Пуассона.</p> <p>Представление физического процесса цепью Маркова. Поиск стационарного распределения вероятностей. Физический смысл параметров распределения.</p> <p>Моделирование произвольных структур потоков с использованием математического аппарата цепей Маркова: колонный аппарат, циркуляционные модели проточного аппарата с перемешивающим устройством, каскад реакторов.</p> <p>Задача о простое оборудования. Формирование матрицы переходных вероятностей. Поиск стационарного распределения. Расчет показателей эффективности обслуживания оборудования.</p>	6	
5	<p><u>Основы теории массового обслуживания</u></p> <p>Основные понятия. «Требование», «счетчик», «обслуживающий прибор», «дисциплина очереди», вероятностные законы прихода и обслуживания требований. Состояние системы в произвольный момент времени. Частота отказов, длина очереди на обработку.</p> <p>Моделирование объекта с распределенным временем потока требований. Разыгрывание случайных моментов времени прихода и завершения обслуживания требований. Оценка вместимости приемного устройства машины с использованием вероятностной модели.</p>	4	Компьютерная симуляция

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Структура потоков- основа построения вероятностных моделей непрерывных процессов</u> Разработка алгоритма и программы для представления массива данных в виде функции распределения.	2	Компьютерная симуляция
	Расчет степени завершенности физико-химического процесса с учетом структуры потоков.	2	
	Определение объема застойной зоны аппарата по опытным данным с использованием комбинированной модели структуры потоков.	2	
3	<u>Метод Монте-Карло в инженерном приложении</u> Расчет случайной траектории броуновской частицы и моделирование поведения ансамбля частиц.	4	Компьютерная симуляция
	Определение оптимального допуска на размеры деталей, составляющих размерную цепь.	2	
	Построение вероятностной модели гравитационной классификации дисперсных материалов с разработкой алгоритма и программы расчета дисперсного состава продуктов разделения.	8	
4	<u>Моделирование процессов химической технологии в рамках теории цепей Маркова</u> Расчет показателей эффективности обслуживания машин (модель Пальма) с использованием вероятностной модели.	6	Компьютерная симуляция
5	<u>Основы теории массового обслуживания</u> Оценка вместимости приемного устройства машины с распределенным временем поступления и обработки деталей	6	Компьютерная симуляция

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<p>Получение случайных значений распределенных физических величин (координат, времени пребывания, размеров деталей, флуктуационных составляющих скоростей, и т. д.). Выбор случайного направления. Расчет траекторий частиц с учетом флуктуаций скоростей потока.</p> <p>Построение Модели объекта, представимого ячеечной структурой. Анализ эффективности функционирования объекта техники на основании результатов моделирования.</p> <p>Случайные блуждания на плоскости и на линии. Примеры моделей объектов, построенных в рамках теории случайных блужданий. Расчет поля температур по заданным условиям на границах области.</p> <p>Моделирование объекта, в котором вещество проходит зоны с разным режимом обработки.</p>	60	Устный опрос  Проверка индивидуальных заданий №1,2
5	Моделирование объекта с распределенным временем потока заявок и отказами в обслуживании. Определение частоты отказов.	14	Устный опрос

Примеры тем индивидуальных заданий:

1. Разработка алгоритма и программы расчета поля температур по заданным условиям на границах области.

2. Определение параметров функционирования сушильного аппарата, в котором вещество проходит зоны с разным режимом сушки.

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

1. Данильчук, В.С. Моделирование броуновского движения частиц с использованием метода Монте-Карло.: практикум / В.С. Данильчук.- СПбГТИ(ТУ), 2016.-18с.

2. Веригин, А.Н Химико-технологические агрегаты. Имитационное моделирование /А.Н Веригин, В.Н. Федоров, В.С. Данильчук. - СПб: Изд.-во СПб университета, 1998.-218с.

3. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: Учебное пособие/И.В. Хрущева [и др.].-СПб.; М.: Лань, 2009.-331 с.

#### 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 экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, успешно выполнившие задания на практических занятиях.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта билета к экзамену:

#### Вариант № 1

1. Получение случайных величин в соответствии с заданным законом распределения. Разыгрывание случайного времени пребывания элемента потока в аппарате непрерывного действия.
2. Системы массового обслуживания с «очередью» и/или «отказами». Постановка задач моделирования систем массового обслуживания.

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

#### а) основная литература:

1. Данильчук, В.С. Моделирование броуновского движения частиц с использованием метода Монте-Карло.: практикум / В.С. Данильчук.- СПбГТИ(ТУ), 2016.-18с.

#### б) дополнительная литература:

2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов по направлениям "Химическая технология" и "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / А. М. Гумеров. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. - 176 с.

3. Марков, Ю.Г. Математические модели химических реакций : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 192 с. (ЭБС)

4. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н. А. Самойлов. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 168 с.(ЭБС)

5. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: Учебное пособие/И.В. Хрущева [и др.].-СПб.; М.: Лань, 2009.-331 с.

6. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов/ В.С. Зарубин, Е.Е. Иванова, Г.Н. Кувыркин; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко,- 3-е изд., испр.-М.: Из-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010.- 495 с.

7. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MathCad: Учебное пособие для вузов. В.А. Охорзин.-3-е изд.-СПб.; М.; Краснодар: Лань,2009.-348с.

8. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов/ В.И. Косинцев [и др.]; под ред. А.И. Михайленко, - М.: Академкнига, 2006.-332с.

9. Новый справочник химика и технолога: Процессы и аппараты химических технологий: в 2с. Ч.1/Г.М.Островский и др.; ред.Г.М. Островский [и др.] – СПб.: Профessional, 2004. – 841с.

10. Новый справочник химика и технолога: Процессы и аппараты химических технологий: в 2с. Ч.2 /Г.М.Островский и др.; ред. Г.М.Островский [и др.] – СПб.: Профessional, 2006.- 916с.

#### **в) вспомогательная литература:**

- 11 Веригин, А.Н. Химико-технологические агрегаты. Имитационное моделирование / А.Н. Веригин, В.Н. Федоров, В.С. Данильчук. - СПб: Изд.-во СПб университета, 1998.- 218с.
- 12 Закгейм, А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов/А.Ю. Закгейм.- М.: Мир, 1982- 222 с.
- 13 Тихонов В.И. Марковские процессы. / В.И. Тихонов, М.А. Миронов.- М.: Советское радио, 1977-488 с.
- 14 Царева, З.М. Основы теории химических реакторов: Компьютерный курс: учебник для вузов/З.М. Царева, Л.Л. Тобапенянский, Е.И. Орлова; под ред. З.М. Царевой- М.: Высш. шк.,1997.-624 с.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

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 «Вероятностные методы моделирования процессов нефте-, газопереработки» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП: СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 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 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок 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 студентов является:

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

На занятия студент должен приходить, 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.**

Microsoft Office (Microsoft Excel); Mathcad/

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используется класс, оборудованный индивидуальными компьютерами

### **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Вероятностные методы моделирования процессов химической технологии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>2</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>3</sup></b>
ПК-16	Способен проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования.	промежуточный
ОПК-1	Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.	промежуточный
ПСК-5.3	владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	промежуточный

**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	- знает математические основы построения вероятностных моделей и расчетных алгоритмов - знает принципы и этапы построения моделей;	Правильные ответы на вопросы № 1-4 к экзамену	ОПК-1
Освоение раздела № 2	знает возможности совершенствования объектов техники методами вероятностного моделирования - знает математические основы построения моделей и расчетных алгоритмов - владеет методами построения моделей; - умеет осуществлять постанов-	Правильные ответы на вопросы № 4-15 к экзамену	ОПК-16, ОПК-1

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>ку задач построения моделей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет анализировать эффективность функционирования объектов химической техники с использованием их математических моделей</li> </ul>		
Освоение раздела № 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает возможности совершенствования объектов техники методами вероятностного моделирования</li> <li>-владеет методами оценки результатов моделирования;</li> <li>-умеет разрабатывать алгоритмы и программы для реализации вероятностных моделей на ЭВМ;</li> <li>- умеет составлять техническое задание на разработку и совершенствование аппаратного оформления на основе моделирования химико-технологических процессов;</li> <li>-умеет получать нужную информацию о функционировании объектов техники под воздействием управляющих сигналов при изменении внешних условий с использованием их математических моделей</li> </ul>	Правильные ответы на вопросы №16-25 к экзамену	ОПК-1, ПСК-5.3



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает математические основы построения вероятностных моделей и расчетных алгоритмов</li> <li>- владеет методами построения вероятностных моделей;</li> <li>- владеет методами оценки результатов моделирования;</li> <li>- умеет осуществлять постановку задач построения вероятностных моделей;</li> <li>- умеет анализировать эффективность функционирования объектов химической техники с использованием их вероятностных моделей;</li> <li>- умеет разрабатывать алгоритмы и программы для реализации вероятностных моделей на ЭВМ;</li> <li>- умеет составлять техническое задание на разработку и совершенствование аппаратного оформления на основе моделирования процессов переработки нефти и газа;</li> <li>- умеет получать нужную информацию о функционировании объектов техники под воздействием управляющих сигналов при изменении внешних условий с использованием их математических моделей</li> </ul>	Правильные ответы на вопросы № 26-34 к экзамену	ОПК-1, ПК-16
Освоение раздела № 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает математические основы построения моделей и расчетных алгоритмов</li> <li>- владеет методами построения моделей;</li> <li>- умеет разрабатывать алгоритмы и программы для реализации вероятностных моделей на ЭВМ;</li> <li>- умеет осуществлять постановку задач построения моделей;</li> <li>- умеет анализировать эффективность функционирования объектов химической техники с использованием их математических моделей;</li> </ul>	Правильные ответы на вопросы № 35-38 к экзамену	ОПК-1, ПК-16

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **3.1 типовые контрольные работы**

1. Построение функции распределения массива данных
2. Расчет распределения времени седиментации броуновских частиц
3. Расчет поля температур по заданным условиям на границах области
4. Определение оптимального допуска деталей, составляющих размерную цепь.
5. Определение емкости приемного устройства (бункера) роторной машины со случайным временем поступления деталей.

#### **3.2 Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студентов по компетенциям ОПК-1, ПК -16, ПСК-5.3:**

1. Понятие вероятностной модели объекта химической техники. Этапы построения модели и аспекты моделирования.
2. Основные принципы построения моделей химико-технологических процессов.
3. Представление работы объектов в виде функций распределения входных и выходных параметров. Алгоритм и программа для представления массива данных в виде функции распределения.
4. Особенности построения моделей объектов с непрерывным режимом работы. Распределение времени пребывания.
5. Экспериментальные методы определения распределения времени пребывания. Физический смысл и свойства кривых отклика на типовые возмущения.
6. Влияние распределения времени пребывания на степень завершенности физико-химических процессов (на примере реакции 1-го порядка).
7. Переход от периодического процесса к непрерывному. Расчет параметров оборудования с учетом модели структуры потоков.
8. Вывод функции распределения времени пребывания в аппарате полного перемешивания. Модели с сосредоточенными параметрами.
9. Модель полного вытеснения. Допущения. Модели с распределенными параметрами.
10. Расчет завершенности физико-химических процессов в аппарате полного вытеснения. Сравнение с аппаратом полного перемешивания.
11. Диффузионная и ячеечная модели структуры потоков.
12. Модель структуры потоков каскада реакторов.
13. Комбинированные модели структуры потоков. Оценка параметров (объем застойной зоны, проскок) модели по опытным данным.
14. Определение объема и числа аппаратов в каскаде для достижения заданной степени превращения реагентов.
15. Вывод основного уравнения завершенности физико-химических процессов (на примере реакции первого порядка) с учетом распределения времени пребывания.
16. Использование метода Монте-Карло для проектирования объектов химической технологии. Общие идеи и понятия. Использование средств MathCad для разыгрывания стандартных случайных величин.
17. Использование метода Монте-Карло для расчета оптимального поля допуска изготовления деталей, составляющих размерную цепь. Постановка задачи. Разыгрывание случайных размеров деталей и цепи.
18. Расчет процессов, в которых вещество проходит зоны с различным режимом обработки. Разыгрывание случайного времени пребывания в отдельных зонах.
19. Преобразование случайных величин в соответствии с заданным законом распределения. Разыгрывание случайного времени пребывания элемента потока в аппарате.

20. Задачи, решаемые в рамках процесса случайных блужданий. Системы с поглощающими и отражающими экранами.
21. Модель броуновского движения частиц. Проверка адекватности модели. Расчет процесса седиментации броуновских частиц. Программа расчета в среде MathCad.
22. Расчет распределения времени осаждения частиц с учетом их теплового движения. Программа расчета в среде MathCad.
23. Построение алгоритма случайных блужданий на плоскости. Использование метода случайных блужданий для расчета поля температур по заданным условиям на границах области. Программа расчета в среде MathCad.
24. Построение вероятностной модели каскадного гравитационного классификатора дисперсных материалов. Расчет вероятностей перехода. Структура алгоритма и программы расчета в среде MathCad.
25. Построение вероятностной модели каскадного гравитационного классификатора дисперсных материалов. Расчет дисперсного состава продуктов классификации.
26. Моделирование работы объектов химической техники с использованием цепей Маркова. Основные положения. Абсолютные и переходные вероятности.
27. Основное уравнение цепей Маркова.
28. Примеры физической интерпретации распределения вероятностей при построении вероятностной модели с использованием цепей Маркова.
29. Формирование матрицы переходных вероятностей для процесса, представимого цепью Маркова.
30. Поиск стационарного распределения. Расчет определяющих параметров моделируемого объекта.
31. Моделирование произвольной структуры потоков с использованием математического аппарата цепей Маркова (на примере схемы с рециклом).
32. Моделирование произвольной структуры потоков с использованием математического аппарата цепей Маркова (на примере колонного аппарата).
33. Задача о простоем оборудования. Постановка задачи. Формирование матрицы переходных вероятностей.
34. Задача о простоем оборудования. Поиск стационарного распределения и расчет показателей эффективности обслуживания оборудования. Программа расчета в среде MathCad.
35. Основные понятия теории массового обслуживания: «требование», «счетчик», «обслуживающий прибор», «дисциплина очереди». Функции распределения интервалов времени между требованиями.
36. Системы массового обслуживания с очередью и/или, отказами. Постановка задач по описанию систем массового обслуживания.
37. Моделирование системы массового обслуживания с одним «обслуживающим прибором» и простейшим (Пуассоновским) распределением интервалов времени поступления и обслуживания потока заявок. Программа расчета в среде MathCad.
38. Оценка вместимости приемного устройства машины с распределенным временем поступления и обработки деталей Программа расчета в среде MathCad.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля и защитившие работы по семинарским занятиям. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента 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 УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.