

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 16.11.2023 17:01:49  
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  
« 12 » января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Специальность

**15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов**

Специализация № 20

**Проектирование технологических комплексов производства  
энергонасыщенных материалов**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **мехатронных технологических комплексов**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Системы автоматизированного технологического проектирования» обсуждена на заседании кафедры мехатронных технологических комплексов

протокол от « 16 » ноября 2021 г. № 4  
Заведующий кафедрой

А.Н.Веригин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от « 23 » декабря 2021 № 4

Председатель

А.П. Сусла

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Проектирование технологических машин и комплексов»		Н.А.Незамаев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	7
4.3. Занятия семинарского типа.....	8
4.3.2. Лабораторные работы.....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
4.5. Темы АР.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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.....	13
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13

**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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-6</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><b>ОПК- 6.1</b> Применение современных информационных технологий и программных средств для решения задач проектирования технологических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> – основные методы построения моделей непрерывных процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> – проводить проектирование технологических комплексов на основе их математических моделей.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками разработки алгоритмов и программ, необходимых для проектирования технологических комплексов.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.0.36) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Системы автоматизированного технологического проектирования» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Мехатронные технологические комплексы», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>6/ 216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>96</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>93</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>АР</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>экзамен (27)</b>

\* практическая подготовка только для дисциплин с ПК

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение	2	-	-	-	ОПК-6	ОПК-6.1
2.	Особенности построения моделей непрерывных процессов.	8	6	-	50	ОПК-6	ОПК-6.1
3.	Метод Монте-Карло в приложении к проектированию технологических комплексов	20	28	12	-	ОПК-6	ОПК-6.1
4.	Моделирование процессов и технологических комплексов в рамках теории Марковских процессов	6	2	6	43	ОПК-6	ОПК-6.1

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p><b>Введение.</b> Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и содержание дисциплины. Рекомендуемая литература</p>	2	Л
2.	<p><b>Особенности построения моделей непрерывных процессов.</b> Распределение времени пребывания. Аппараты полного перемешивания и полного вытеснения. Оценка объема застойной зоны по кривой отклика. Химические реакции в идеальных аппаратах. Комбинированные модели. Диффузионная модель. Расчет непрерывных процессов на примере химической реакции 1-го порядка и на примере сушки во взвешенном слое. Ячеечная модель. Проектирование каскада аппаратов непрерывного действия.</p>	8	Л
3.	<p><b>Метод Монте-Карло в приложении к проектированию технологических комплексов.</b> Распределение случайной величины. Получение случайных значений распределенных физических величин. Представление вектора значений случайной величины в виде функции распределения. Выбор случайного направления. Случайные непрерывные блуждания на плоскости. Расчет случайных траекторий частиц. Определение оптимального поля допуска деталей, составляющих размерную цепь. Случайные блуждания на плоскости и на линии. Примеры моделей объектов химической техники, построенных в рамках теории случайных блужданий: моделирование броуновского движения частиц, расчет поля температур по заданным условиям на границах области. Алгоритмическое обеспечение процессов случайных блужданий. Циклы, условные операторы, счетчики событий. Дискретные блуждания на линии. Модель классификации дисперсных материалов в аппарате с пересыпными полками, расчет дисперсного состава и анализ результатов классификации. Моделирование непрерывных процессов при обработке вещества в зонах с различными</p>	20	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	условиями, учет случайного времени пребывания в отдельных зонах. Основные понятия теории массового обслуживания. Поток заявок, дисциплина очереди, механизм обслуживания. Моделирование работы роторной машины с распределенным временем потока заявок. Оценка вместимости приемного устройства (бункера) роторной машины.		
4.	<b>Моделирование процессов и технологических комплексов в рамках теории Марковских процессов</b> Понятие непрерывного и дискретного Марковского процесса. Абсолютные и переходные вероятности. Физическая интерпретация вероятностей. Основное уравнение цепей Маркова. Матричная форма записи уравнения. Примеры построения моделей. Моделирование произвольных структур потоков. Задача о простом машин.	6	Л

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

##### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2.	<b>Особенности построения моделей непрерывных процессов.</b> Построение кривой отклика по опытным данным. Оценка объема застойной зоны в непрерывном аппарате по функции отклика на ступенчатое возмущение.	6	-	Т
3.	<b>Метод Монте-Карло в приложении к проектированию технологических комплексов.</b> Разработка алгоритма и программы для определения поля температур по заданным условиям на границах области. Определение оптимального поля допуска деталей, составляющих размерную цепь.	28	-	КмСм

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	Разработка алгоритма и программы расчета кривой разделения гравитационного классификатора дисперсных материалов на основе теории случайных дискретных блужданий. Разработка алгоритма и программы расчета непрерывного сушильного аппарата с учетом случайного времени пребывания вещества в зонах с разным температурным режимом. Разработка алгоритма и программы расчета параметров модели простейшей системы массового обслуживания.			
4.	<b>Моделирование процессов и технологических комплексов в рамках теории Марковских процессов</b> Формирование матрицы переходных вероятностей применительно к задаче о простое машин.	2	-	КмСм

\*Графа «в том числе на практическую подготовку» заполняется только для дисциплин с ПК.

#### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3.	<b>Метод Монте-Карло в приложении к проектированию технологических комплексов</b> Исследование модели гравитационного классификатора дисперсных материалов с расчетом выхода и дисперсного состава продуктов классификации. Оценка емкости накопителя роторной машины в составе	12	-	Компьютерная симуляция

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	технологического комплекса с распределенным временем входного потока заявок.			
4.	<b>Моделирование процессов и технологических комплексов в рамках теории Марковских процессов</b> Определение оптимальных параметров функционирования производства штучных изделий на основе вероятностной модели.	6	-	Компьютерная симуляция

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2.	<b>Особенности построения моделей непрерывных процессов.</b> Построение комбинированной модели структуры потоков по конструктивным признакам аппарата	30	АР №1
3.	<b>Метод Монте-Карло в приложении к проектированию технологических комплексов</b> Расчет процесса седиментации с учетом теплового (броуновского) движения частиц. Построение алгоритма и программы расчета определенного интеграла функции с использованием метода Монте-Карло.	33	Устный опрос
4.	<b>Моделирование процессов и технологических комплексов в рамках теории Марковских процессов</b> Формирование матрицы переходных вероятностей для расчета функций отклика в аппарате с произвольной структурой потоков.	30	АР№2

#### 4.5. Темы АР

**АР №1** – Построение комбинированной модели структуры потоков по конструктивным признакам аппарата.

**АР №2** – Формирование матрицы переходных вероятностей системы, описываемой цепью Маркова.

## 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: <https://media.technolog.edu.ru>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### Вариант № 1

1. Вывод функции распределения времени пребывания в аппарате полного перемешивания
2. Построение модели гравитационного классификатора с пересыпными полками. Постановка задачи, выбор ограничений, расчет кривой разделения.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»<sup>1</sup>.

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

### а) печатные издания:

1. Марков, Ю.Г. Математические модели химических реакций : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013. - 192 с.
2. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: Учебное пособие/И.В. Хрущева [и др.].-СПб.; М.: Лань, 2009.-331 с.
3. 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.
4. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MathCad: Учебное пособие для вузов. В.А. Охорзин.-3-е изд.-СПб.; М.; Краснодар: Лань,2009.-348с.
5. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов/ В.И. Косинцев [ и др.]; под ред. А.И. Михайленко, - М.: Академкнига, 2006.-332с.
6. 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.: Проффессионал, 2004. – 841с.

---

<sup>1</sup> Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

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

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

#### **б) электронные учебные издания<sup>2</sup>:**

1. Тур А.В. Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов : Учебное пособие / А. В. Тур ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2014. - 193 с.

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, 2022. - 176 с.

3. 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, 2022. - 168 с. (ЭБС)

#### **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>.

ЭБС «Лань». Принадлежность-сторонняя. Адрес сайта – <http://e.lanbook.com>  
Наименование организации – ООО «Издательство «Лань».

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя. Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». Принадлежность – сторонняя. Адрес сайта – <http://elibrary.ru> Наименование организации – ООО РУНЭБ. Договор № SU-18-02/2013-2 от 18.02.2013г. на оказание услуг по предоставлению доступа к изданиям в электронном виде.

<http://guide.aonb.ru/library.html> Путеводитель по ресурсам Интернет.

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Системы автоматизированного технологического проектирования» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий.

---

<sup>2</sup> В т.ч. и методические пособия

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

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 приходиться, имея знания 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 ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
Mathcad.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

<p><b>Лекционные кабинеты 190013,</b> г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е.</p>	<p>Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия</p>
<p><b>Компьютерный класс: 190013,</b> г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13</p>	<p>Компьютерный класс: Оборудование компьютерного класса: Доступ по локальной сети к единой информационной системе, сайту библиотеки СПбГТИ(ТУ) с системой электронного поиска, электронными библиотеками, доступ к сайту «Роспатента», "Росстата", "Ростехнадзора", Internet. Программное обеспечение: ОС WINDOWS, OPEN OFFICE, Авторское программное обеспечение для расчета зон действия поражающих факторов, рисков, Mathcad, ТОКСИ, FireCat, СОУТ, Охрана труда (1С Предприятие), Производственная безопасность (1С Предприятие). Обучающиеся ЛОВЗ обеспечиваются ресурсами</p>

	ЭБС (электронно-библиотечная система).
<b>Помещения для практических и лабораторных занятий:</b> 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Специализированная мебель (20 посадочных мест), лабораторное оборудование.
<b>Помещения для самостоятельной работы:</b> 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия

## **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.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Системы автоматизированного технологического проектирования**

»

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

Индекс компетенции	Содержание <sup>3</sup>	Этап формирования <sup>4</sup>
ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	промежуточный

---

<sup>3</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>4</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)

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-6.1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	Правильно понимает особенности построения моделей непрерывных процессов производств энергонасыщенных материалов.	Правильные ответы на вопросы № 1-11 к экзамену.	Перечисляет особенности построения моделей непрерывных процессов.	Знает, как организовать проектирование каскада аппаратов непрерывного действия	Умеет рассчитать технологические процессы на основе моделей структур потоков в непрерывных аппаратах
	Разбирается в построении и использовании вероятностных моделей для анализа функционирования объектов техники при проектировании технологических комплексов.	Правильные ответы на вопросы № 11-24 к экзамену.	Перечисляет основные особенности построения вероятностных моделей. Перечисляет основные алгоритмы в среде MathCad, используемые при построении вероятностных моделей. Знает: - интерфейс и возможности среды MathCad.	Знает возможности совершенствования объектов техники методами вероятностного моделирования. Разрабатывает алгоритмы и программы в среде MathCad.	Умеет - составлять техническое задание на разработку и совершенствование аппаратного оформления на основе вероятностного моделирования; - получать нужную для проектирования информацию о функционировании технологических комплексов под воздействием управляющих сигналов при изменении внешних

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					условий с использованием вероятностных математических моделей. Умеет составлять расчетные алгоритмы с последующей их реализацией на ЭВМ; Умеет редактировать алгоритмы и программы в зависимости от целей моделирования.
	Разбирается в построении и использовании математических моделей, основанных на теории марковских процессов при проектировании технологических комплексов.	Правильные ответы на вопросы № 24-39 к экзамену.	Формирует матрицу переходных вероятностей для моделирования процессов на основе теории марковских процессов	Разрабатывает необходимые для автоматизированного проектирования технологических комплексов алгоритмы и программы	Умеет моделировать процессы и проектировать технологические комплексы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования. Умеет интерпретировать результаты моделирования в

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					целях проектирования технологических комплексов. Владеет средствами MathCad при построении моделей и проектировании технологических комплексов

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

#### **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-6:**

1. Понятие модели объекта химической техники. Этапы построения модели и аспекты моделирования.
2. Основные принципы построения моделей объектов химической техники.
3. Представление работы объектов химической техники в виде функций распределения входных и выходных параметров.
4. Особенности построения моделей объектов с непрерывным режимом работы. Распределение времени пребывания.
5. Экспериментальные методы определения распределения времени пребывания. Физический смысл и свойства функций отклика на типовые возмущения.
6. Влияние распределения времени пребывания на степень завершенности физико-химических процессов (на примере реакции 1-го порядка).
7. Влияние распределения времени пребывания на степень завершенности физико-химических процессов (на примере процесса сушки).
8. Вывод функции распределения времени пребывания в аппарате полного перемешивания.
9. Модель полного вытеснения. Допущения. Расчет завершенности физико-химических процессов в аппарате полного вытеснения.
10. Диффузионная и ячеечная модели структуры потоков.
11. Комбинированные модели структуры потоков. Оценка параметров модели.
12. Использование метода Монте-Карло для проектирования объектов химической техники. Общие идеи и понятия.
13. Использование метода Монте-Карло для расчета поля допуска изготовления деталей, составляющих размерную цепь. Постановка задачи. Разыгрывание случайных размеров деталей и цепи.
14. Расчет процессов, в которых вещество проходит зоны с различным режимом обработки. Разыгрывание случайного времени пребывания в отдельных зонах.
15. Преобразование случайных величин в соответствии с заданным законом распределения. Разыгрывание случайного времени пребывания элемента потока в аппарате.
16. Задачи, решаемые в рамках процесса случайных блужданий. Системы с поглощающими и отражающими экранами.
17. Построение алгоритма случайных блужданий на плоскости. Использование метода случайных блужданий для расчета поля температур по заданным условиям на границах.
18. Построение модели гравитационного классификатора с пересыпными полками. Постановка задачи, выбор ограничений, расчет кривой разделения.
19. Расчет дисперсного состава продуктов разделения анализ результатов классификации на основе модели.
20. Основные понятия теории массового обслуживания: “требование”, “счетчик”, “обслуживающий прибор”, дисциплина очереди. Функции распределения времени потока заявок.
21. Системы массового обслуживания с очередью, отказами. Постановка задач по описанию систем массового обслуживания.
22. Моделирование системы массового обслуживания с одним «обслуживающим прибором» и простейшим (Пуассоновским) распределением времени поступления и обслуживания потока заявок.

23. Оценка вместимости бункера-накопителя роторной машины с распределенным временем поступления деталей.
24. Моделирование работы объектов химической техники с использованием цепей Маркова. Основные положения. Абсолютные и переходные вероятности.
25. Основное уравнение цепей Маркова. Примеры физической интерпретации распределения вероятностей. Расчет определяющих параметров моделируемого объекта.
26. Моделирование произвольной структуры потоков с использованием математического аппарата цепей Маркова: колонный аппарат, схема с рециклом.
27. Задача о простое машин. Формирование матрицы переходных вероятностей. Поиск стационарного распределения и расчет показателей эффективности обслуживания машин.
28. Понятие модели объекта химической техники. Основные понятия.
29. Представление работы объектов в виде функций распределения входных и выходных параметров.
30. Этапы построения модели и аспекты моделирования.
31. Основные принципы построения моделей объектов химической техниеи.
32. Расчет завершенности физико-химических процессов в аппарате полного вытеснения. Сравнение с аппаратом полного перемешивания.
33. Диффузионная и ячеечная модели структуры потоков.
34. Работа каскада реакторов. Сравнение с аппаратом полного перемешивания.
35. Комбинированные модели структуры потоков. Оценка параметров модели по опытным данным.
36. Вывод основного уравнения завершенности физико-химических процессов (на примере реакции первого порядка) с учетом распределения времени пребывания.
37. Моделирование произвольной структуры потоков с использованием математического аппарата цепей Маркова (на примере колонного аппарата).
38. Постановка задачи о простое машин. Интерпретация задачи в терминах теории массового обслуживания. Формирование матрицы переходных вероятностей.
39. Поиск стационарного распределения и расчет показателей эффективности обслуживания оборудования применительно к задаче о простое машин.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).