

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 01.06.2022 16:20:39  
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  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Направление подготовки

**18.03.01Химическая технология**

Направленности

**Химическая технология неорганических веществ**  
**Прикладная электрохимия**  
**Химическая технология материалов и изделий**  
**электроники и наноэлектроники**  
**Химическая технология тугоплавких**  
**неметаллических и силикатных материалов**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**  
Кафедра **систем автоматизированного проектирования и управления**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		Д.Н. Петров
Старший преподаватель		А.В. Козлов

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированное проектирование» обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и управления протокол от «29» марта 2021 № 6  
Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «07» апреля 2021 № 7

Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология»		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
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.....	6
3. Объем дисциплины .....	6
4. Содержание дисциплины .....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	7
4.2. Занятия лекционного типа.....	8
4.3. Занятия семинарского типа .....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия .....	11
4.4. Самостоятельная работа обучающихся .....	13
4.4.1. Вопросы для контроля самостоятельной работы обучающихся .....	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	15
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	15
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	15
а) печатные издания .....	15
б) электронные учебные издания .....	16
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	16
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	17
10.1. Информационные технологии .....	17
10.2. Программное обеспечение .....	17
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	17
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	18
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	18

- Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
2 Форма титульного листа для оформления отчетов о лабораторных работах

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ОПК-4</b> Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>ОПК-4.5</b> Использование нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения технологических процессов получения веществ, материалов и изделий	<b>Знать:</b> - технологии и стандарты информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии (ЗН-1); - методики и алгоритмы проектирования технологических процессов (ЗН-2); <b>Уметь:</b> - ориентироваться в стандартах информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии (У-1); - составлять алгоритмы проектирования технологических процессов при перенастройке производства на новый вид продукции, производительность, состав сырья (У-2); <b>Владеть:</b> - способами представления множества проектных решений для технологических процессов получения веществ, материалов и изделий различного функционального назначения (Н-1).

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ОПК-4.6</b> Использование современных информационных технологий и программных средств для решения задач проектирования технологических процессов химических производств</p>	<p><b>Знать:</b> - особенности систем управления проектированием и проектными данными(ЗН-3); - архитектуру, характеристики и функциональные особенности систем автоматизированного проектирования(ЗН-4).</p> <p><b>Уметь:</b> - использовать современные информационные технологии и программные средства для решения задач проектирования технологических процессов технологических процессов химических производств (У-3).</p> <p><b>Владеть:</b> - способами решения задач автоматизированного проектирования технологических процессов с использованием современных информационных технологий и программных средств (Н-2).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизированное проектирование» (Б1.О.17) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части образовательной программы бакалавриата и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Введение в информационные технологии» (для направленностей «Прикладная электрохимия», «Химическая технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники», «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»), «Математика», «Инженерная графика», «Общая и неорганическая химия», «Общая химическая технология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Автоматизированное проектирование» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Технология электротермических производств» (для направленности «Химическая технология неорганических веществ»), «Технологии электрохимических производств» (для направленности «Прикладная электрохимия»), «Информационные технологии в твердотельном материаловедении» (для направленности «Химическая технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»), «Технология керамики и огнеупоров» (для направленности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»), при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/акад. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>62</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	–
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	8
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>46</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

#### 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		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение в дисциплину. Основные определения и терминология. Обзор нормативных документов в области проектирования технологических процессов химических производств.	2	–	–	2	ОПК-4	ОПК-4.5
2.	Техническое обеспечение САПР. Понятие автоматизированного рабочего места проектировщика. Компоненты АРМ проектировщика.	4	–	–	2	ОПК-4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.	Информационное обеспечение САПР. СУБД, информационные модели и базы данных.	4	–	12	14	ОПК-4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.	Математическое обеспечение САПР. Математические модели в задачах проектирования процессов химических производств.	4	–	12	14	ОПК-4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
5.	Визуальное 3D-моделирование и физическое прототипирование в проектировании процессов химических производств. Аддитивные технологии.	4	–	12	14	ОПК-4	ОПК-4.5 ОПК-4.6

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Введение в дисциплину. Основные определения и терминология. Обзор нормативных документов в области проектирования технологических процессохимических производств.</u></p> <p>Основные определения и понятия автоматизированного проектирования. Введение в методологию проектирования технологических процессохимических производств. Инженерное проектирование, цифровое прототипирование. САПР. Классификация САПР. Системная организация САПР. Виды обеспечений САПР. Предметно-ориентированные САПР: MCAD, ECAD, PDS, CAAD. Понятие о CALS-технологиях. Принципы автоматизированного проектирования технологических процессов химических производств. Постановка цели и задач проектирования технологических процессов химических производств. Системный подход, структура и стадии проектирования. ГОСТ 15.016-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство». Понятие технического задания, эскизного и рабочего проекта. ГОСТ 2.103-68 «ЕСКД. Стадии разработки». Федеральные нормы и правила в области технологических процессов химических производств. Лингвистическое обеспечение САПР. Классификация языков объектного проектирования и моделирования. Язык UML. Его назначение. Пример UML-диаграмм.</p>	2	ЛВ
2	<p><u>Техническое обеспечение САПР. Понятие автоматизированного рабочего места проектировщика. Компоненты АРМ проектировщика.</u></p> <p>Аппаратное обеспечение АРМ проектировщика. Критерии определения и выбора аппаратного оснащения АРМ проектировщика. Специальное программное обеспечение идентификации характеристик и диагностики ЭВМ проектировщика. Внутренние устройства ЭВМ, унифицированные коммуникационные интерфейсы. Периферийные устройства ввода-вывода общего и специального назначения. Принтер, плоттер, 3D-принтер, сканер, 3D-сканер, световое перо, графический планшет, сенсорный экран. Базовые понятия средств телекоммуникаций и сетевых технологий в решении задач автоматизированного проектирования, хранения и передачи проектных данных, организации единого информационного пространства.</p>	4	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><u>Информационное обеспечение САПР. СУБД, информационные модели и базы данных.</u></p> <p>Понятие информационной системы, системы управления базами данных, СУБД, классификация СУБД, банк данных, словарь данных. Функции СУБД. Применение СУБД и баз данных в проектной деятельности в области процессов химических производств (примеры структур БД и интерфейсов пользователей). Реляционная модель данных, реляционная алгебра. Сущности и атрибуты. Их свойства. Реляционные связи. Виды ключей. Обязательные и необязательные атрибуты. Сильные и слабые связи. Типы данных. Модели данных: концептуальная (нотация Питера Чена и Мартина), даталогическая (нотация IDEF1X). Структурированный язык запросов SQL (базовые операции – SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE). Реляционная СУБД Microsoft Access, описание интерфейса, основные элементы и функции.</p>	4	ЛВ, МК
4	<p><u>Математическое обеспечение САПР. Математические модели в задачах проектирования процессов химических производств.</u></p> <p>Основные понятия теории математического моделирования. Цель и задачи математического моделирования. Классификация математических моделей. Структурные, функциональные, теоретические (детерминированные), эмпирические (статистические) математические модели. Основные требования, предъявляемые к математическим моделям. Понятие анализа и синтеза в построении математического описания объекта проектирования. Этапы и примеры построения теоретических и эмпирических математических моделей. Пример решения задачи химической кинетики для определения рабочих условий и прогнозирования качественных характеристик химико-технологического процесса. Методика количественной оценки адекватности математической модели. Универсальные пакеты для автоматизации и визуализации математических расчетов: Mathcad, MATLAB, CurveExpert, DataFit.</p>	4	ЛВ, МК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
5	<p><u>Визуальное 3D-моделирование и физическое прототипирование в проектировании процессов химических производств. Аддитивные технологии.</u></p> <p>Понятие и цель 3D-моделирования и физического прототипирования объектов проектирования. Определение, структура и свойства 3D-модели. Классификация методов 3D-моделирования по архитектуре (полигональное, сплайновое, NURBS (векторное) моделирование), по способам 3D-моделирования (параметрическое, каркасное, поверхностное, твердотельное, моделирование метасферами). Этапы синтеза 3D-модели. Понятия «базовый элемент», «триангуляция», «базовая операция», «параметризация». Текстуры и материалы. Свойства материалов. Обзор сред трехмерного полигонального моделирования: Autodesk 3d Max, Компас 3D, SolidWorks, nanoCAD. Аддитивные передовые производственные технологии. История развития и области применения. Способы послойного изготовления физического прототипа объекта проектирования: UV-облучение, экструзия, струйное напыление, сплавление, ламинирование. 3D-принтер. Виды, устройство, технологии 3D-печати. Способы изготовления продуктов 3D-печати: SLA, SLS, FDM, DLP, CJP, MJM. FDM-печать и виды материалов для FDM-печати: PLA, ABS, PVA, Nylon, PC, HDPE, PP, PCL, PPSU, Acrylic, PET(G), HIPS, TPU.</p>	4	ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><u>Разработка информационно-поисковой системы поддержки принятия проектных решений в области проектирования процессов химических производств.</u>            Программные CASE-средства моделирования данных: AllFusionERwinDataModeler, ToadDataModeler, Microsoft Visio. Полнофункциональная СУБД Microsoft Access. Этапы проектирования и развертывания базы данных. Выполнение базовых SQL-запросов для тестирования работоспособности БД. Создание графического административно-поискового интерфейса пользователя для работы с данными информационного объекта. Создание и тестирование параметрического запроса к БД и отчета с перечнем рекомендуемых проектных решений.</p>	12	КтСм
4	<p><u>Математическое моделирование в задачах проектирования процессов химических производств.</u>            Освоение принципов разработки теоретической динамической модели с распределенными параметрами с использованием численного метода решения динамических систем Рунге-Кутты. Решение прямой задачи кинетики химических реакций (расчет скоростей реакций и определение кинетических кривых – зависимости концентраций реагирующих веществ от времени). Расчет оптимального времени реакции в соответствии с наложенными технико-экономическими и эксплуатационными ограничениями. Определение оптимального объема реактора. Решение прямой задачи кинетики в среде Mathcad в соответствии с заданной схемой реакций динамической кинетической модели процесса, проводимом в реакторе закрытого типа при изобарных и изохорных условиях.</p>	12	КтСм

5	<p><u>Полигональное твердотельное 3D-моделирование и физическое прототипирование объектов химической технологии.</u></p> <p>Примеры 3D-моделей оборудования и его элементов, эскизы и базовые операции.</p> <p>Автоматизированное проектирование трехмерных моделей химико-технологических объектов в среде «Компас 3D». Освоение методики проектирования трехмерной модели химико-технологического объекта, параметризации и разработки спецификации модели. Подготовка файла 3D-модели к 3D-печати.</p> <p>Физическое прототипирование моделей химической технологии, аддитивные технологии и 3D-печать. 3D-принтер «UP! Mini 3D». Программное обеспечение для 3D-печати, процесс подготовки 3D-печати (подготовка полигональной 3D-модели объекта, калибровка оборудования, выбор материала и настройка режима 3D-печати). Печать физического прототипа объекта химической технологии на 3D-принтере.</p>	12	КтСм
---	--	----	------

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Изучение структуры и содержания ГОСТ 15.016-2016, ГОСТ 2.103-68 «ЕСКД. Стадии разработки». Изучение базовых графических элементов унифицированного языка моделирования UML.	2	Устный опрос
2	Установка специального программного обеспечения и решение задач идентификации характеристик ЭВМ и диагностики ее устройств в рамках подготовки АРМ проектировщика и его адаптации под программное обеспечение САПР. Установка MSAccess, Mathcad, АСКОН «Компас 3D», тестирование их работоспособности на ЭВМ с заданными техническими характеристиками.	2	Устный опрос
3	Изучение базовых графических элементов нотации IDEF1X. Виды моделей данных: инфологическая модель, физическая модель. Нотация Гордона Эвереста. Диаграммы Бахмана. Представления в базах данных. Их назначение и преимущество. Серверные СУБД и базы данных (MSSQLServer, MySQL, Oracle, PostgreSQL). Их преимущества над десктопными (локальными) СУБД. Аналитический обзор и формализованное описание выбранного объекта химической технологии. Построение его информационных моделей данных для разработки базы данных и информационно-поисковой системы поддержки принятия решения в области проектирования процессов химических производств. Развертывание БД под управлением MSAccess, разработка графических интерфейсов пользователя для управления данными и формирования поискового запроса. Тестирование информационно-поисковой системы. Подготовка отчета о 1-й лабораторной работе.	14	Устный опрос, отчет о лабораторной работе № 1
4	Изучение эмпирических математических моделей для решения обратной задачи кинетики. Метод наименьших квадратов. Критерии численного анализа адекватности эмпирических математических моделей. Критерий Фишера. Критерий Стьюдента. Выполнение 2-й лабораторной работы: построение матрицы стехиометрических коэффициентов, матрицы частных порядков, составление и решение системы дифференциальных уравнений в среде Mathcad при варьировании температуры химических реакций. Выбор и обоснование выбора оптимальных режимных характеристик (температуры и времени синтеза) и реакционного объема из нескольких вариантов решения задачи химической кинетики. Описание принятых при моделировании допущений. Подготовка отчета о 2-й лабораторной работе.	14	Устный опрос, отчет о лабораторной работе № 2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	<p>Твердотельное полигональное моделирование в среде nanoCAD. Сплайновое моделирование в средах Blender 3D, Cinema 4D, Autodesk Maya. NURBS-моделирование в средах Rhinoceros, Autodesk Alias, MOI 3D, SolidThinking. Построение полигональной модели выбранного объекта в среде АСКОН «Компас 3D», параметризация. Написание спецификации построенной модели объекта. Определение физических свойств объекта проектирования по его 3D-модели. Подготовка отчета о 3-й лабораторной работе.</p> <p>Аддитивные технологии в задачах физического прототипирования изделий. Электронно-лучевая плавка. Изготовление объектов с использованием ламинирования и осевой литографией. Преобразование 3D-модели объекта в формат для 3D-печати. Настройка 3D-принтера, выбор режима и выполнение 3D-печати. Подготовка отчета о 4-й лабораторной работе.</p>	14	Устный опрос, отчет о лабораторной работе № 3

#### 4.4.1. Вопросы для контроля самостоятельной работы обучающихся

1. Структура, содержание и области применения ГОСТ 15.016-2016.
2. Структура, содержание и области применения ГОСТ 2.103-68.
3. UML. Краткое описание, назначение, виды диаграмм и их применение в проектировании объекта химической технологии.
4. Характеристики ЭВМ, влияющие на работоспособность и производительность программных средств САПР.
5. IDEF1X. Базовые графические элементы и этапы построения даталогической модели информационного объекта.
6. Нотация Гордона Эвереста. Применение в информационном описании объекта проектирования.
7. Диаграммы Бахмана. Применение в информационном описании объекта проектирования.
8. Представления в базах данных. Их назначение и преимущество.
9. Серверные СУБД и базы данных Их преимущества над десктопными (локальными).
10. Порядок построения формализованного описания химико-технологического процесса. Исходные данные, варьируемые характеристики, качественные показатели. Показатели безопасности и работоспособности. Пример формализованного описания.
11. Эмпирическая математическая модель. Постановка обратной задачи кинетики. Критерии численного анализа адекватности эмпирических математических моделей.
12. Вычислительная скорость и точность математической модели как конкурирующие характеристики. Способы оптимизации скорости и точности вычислений.
13. Допущения, принятые при моделировании. Целесообразность внесения допущений. Компенсация ошибки вычисления.
14. Blender 3D, Cinema 4D, Autodesk Maya. Назначение и сравнительная характеристика по функционалу, лицензированию и минимальным требованиям к ЭВМ.
15. Rhinoceros, Autodesk Alias, MOI 3D, SolidThinking. Назначение и сравнительная характеристика по функционалу, лицензированию и минимальным требованиям к ЭВМ.

16. Постановка задачи физического прототипирования изделий. Описание технологии изготовления 3D-прототипов объектов проектирования с использованием ламинирования и осевой литографии.

17. Постановка задачи физического прототипирования изделий. Электронно-лучевая плавка (ЭЛП). Описание оборудования для ЭЛП.

18. Порядок подготовки и выполнения 3D-печати (выбор и калибровка оборудования, выбор материала и режима печати, подготовка 3D-модели изделия, постобработка изделия).

## **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 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 зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется двумя теоретическими вопросами из разных разделов дисциплины, соответствующих 4-м сегментам вопросов (приложение 1).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 5**

1. Этапы создания информационно-поисковой системы для решения задачи поиска оптимальных проектных решений в области проектирования процессов химических производств.
2. Математические методы, используемые для решения прямой задачи кинетики химико-технологического объекта. Критерии выбора математического метода.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачет».

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

### **а) печатные издания:**

1 Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы : учебное пособие для вузов / И. П. Норенков. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 342 с. – ISBN978-5-7038-3446-6.

2 Тенишев, Д. Ш. Лингвистическое и программное обеспечение автоматизированных систем : учебное пособие для вузов / Д. Ш. Тенишев ; под ред. Т. Б. Чистяковой ; СПбГТИ(ТУ). – Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия», 2010. – 403 с. – ISBN978-5-91884-017-7.

3 Евгеньев, Г. Б. Интеллектуальные системы проектирования : учебное пособие / Г. Б. Евгеньев. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-7038-3200-4.

4 Падерно, П. И. Качество информационных систем : учеб. для вузов / П. И. Падерно, Е. А. Бурков, Н. А. Назаренко. – Москва : Академия, 2015. – 224 с. – ISBN 978-5-4468-1040-6.

#### **б) электронные учебные издания:**

5 Стефанова, И. А. Обработка данных и компьютерное моделирование : учебное пособие / И. А. Стефанова. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 112 с. – ISBN 978-5-8114-4010-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 08.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

6 Тугов, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления : учебное пособие для вузов / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 172 с. – ISBN 978-5-8114-3858-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 08.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

7 Базы данных : учебное пособие / В. И. Халимон [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. – Электрон. текстовые дан. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2017. – 118 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 08.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8 Мамаева, Г. А. Система управления базами данных Microsoft Access : учебное пособие / Г.А. Мамаева, В. Н. Чепикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. – Электрон. текстовые дан. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 52 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 08.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

Учебный план, рабочая программа дисциплины и учебно-методические материалы (URL: <https://media.technolog.edu.ru>).

Образовательные Интернет-порталы:

- федеральный портал «Российское образование» (URL: <http://www.edu.ru>);
- российский портал открытого образования (URL: <https://openedu.ru>).

Электронно-библиотечные системы:

- «Электронный читальный зал – БиблиоТех» (URL: <https://technolog.bibliotech.ru>);
- «Лань» (URL: <https://e.lanbook.com/books>).

Информационно-аналитический портал «Научная электронная библиотека» (URL: <https://elibrary.ru>).

Открытые нормативно-правовые информационные системы:

- Единая база ГОСТов РФ «GostExpert» (URL: <https://gostexpert.ru>);
- База нормативно-правовой документации «Консультант Плюс» (URL: <http://www.consultant.ru>);
- Информационная система нормативных документов и стандартов «NormaCS» (URL: <https://www.normacs.ru>).

Международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций:

- Web of Science (URL: <http://apps.webofknowledge.com>);
- Scopus (URL: <http://www.scopus.com>).



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

Все виды занятий по дисциплине «Автоматизированное проектирование» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП (СТО):

1 СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования.

2 СТП СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

4 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;
- готовность технических и программных средств ЭВМ;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, 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;
- использование технических и программных средств для выполнения практической части дисциплины;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

### **10.2. Программное обеспечение**

- 1 Операционная система Microsoft Windows.
- 2 Многоцелевой универсальный редактор векторной графики Microsoft Visio.
- 3 Система управления базами данных Microsoft Access.
- 4 Программный пакет для автоматизации и визуализации математических расчетов Mathcad.
- 5 Среда трехмерного твердотельного полигонального моделирования АСКОН Компас 3D LT.
- 6 Пакет офисных программ LibreOffice или Apache OpenOffice.

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

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно»), обеспечивающая свободный доступ к интегральному каталогу образовательных Интернет-ресурсов и электронной библиотеке учебно-методических материалов, в том числе для высшего образования (URL: <http://window.edu.ru>).

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

На кафедре систем автоматизированного проектирования и управления СПбГТИ(ТУ) имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

Наименование компьютерного класса кафедры	Оборудование
Класс интегрированных систем проектирования и управления химико-технологическими процессами	30 посадочных мест. Учебная мебель, мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia. Персональные компьютеры (15 шт.): двухъядерный процессор Intel Core 2 Duo (2,33 ГГц); ОЗУ 4096 Мб; НЖМД 250 Гб; CD/DVD привод, DVD-RW; видеокарта NVIDIA GeForce 8500 GT; звуковая и сетевая карты, встроенные в материнскую плату. Персональные компьютеры объединены в корпоративную вычислительную сеть кафедры и имеют выход в сеть «Интернет». 3D принтер UP 3DPrinterMini (область построения – 120×120×120 мм; материалы для печати – акрилобутадиенстирол, полилактид; скорость печати – 30 см <sup>3</sup> /ч; точность печати – 0,2 мм). 3D сканер Sense (область сканирования – от 200×200×200 мм до 3000×3000×3000 мм; поле зрения по горизонтали – 45°, по вертикали – 57,5°; размер сканируемого объекта – 200–3000 мм; скорость сканирования – 30 кадров/с; точность сканирования – 0,9 мм). 3D-принтер и 3D-сканер включаются в состав лабораторного комплекса для обучения современным аппаратным средствам и технологиям автоматизированного проектирования сложных технических объектов.
Лекционная аудитория	56 посадочных мест. Учебная мебель. Мультимедийный проектор NECNP41. Ноутбук Asus абj на базе процессора Intel Core Duo T2000. Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процессы осуществляются 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 «Автоматизированное проектирование»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	промежуточный

## 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)
<b>ОПК-4.5</b> Использование нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения технологических процессов получения веществ, материалов и изделий	Рассказывает о технологиях и стандартах информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии(ЗН-1).	Правильный ответ на вопросы 1.1-1.3.	Неуверенно ориентируется в технологиях и стандартах информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии, допускает серьезные ошибки	Рассказывает о технологиях и стандартах информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии с наводящими вопросами	Способен самостоятельно рассказать о технологиях и стандартах информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии с конкретными примерами
	Перечисляет методики и алгоритмы проектирования технологических процессов(ЗН-2).	Правильный ответ на вопросы 2.1-2.3. Правильный ответ на вопросы 3.3-3.4. Правильный ответ на вопросы 4.4-4.6.	Называет методики и алгоритмы проектирования технологических процессов с серьезными ошибками	Перечисляет методики и алгоритмы проектирования технологических процессов с отдельными неточностями	Самостоятельно рассказывает о методиках и алгоритмах проектирования технологических процессовполучения и переработки материалов современной энергетикис приведением примеров

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Анализирует стандарты информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии (У-1).	Правильный ответ на вопросы 1.4-1.5, 1.19.	Допускает существенные ошибки при анализе стандартов информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии	Анализирует стандарты информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии с помощью преподавателя	Самостоятельно и безошибочно анализирует стандарты информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии
	Составляет алгоритмы проектирования технологических процессов при перенастройке производства на новый вид продукции, производительность, состав сырья (У-2).	Правильный ответ на вопрос 1.11. Правильный ответ на вопрос 2.1.	Допускает серьезные ошибки при составлении алгоритмов проектирования технологических процессов при перенастройке производства на новый вид продукции, производительность, состав сырья	Составляет алгоритмы проектирования технологических процессов при перенастройке производства на новый вид продукции, производительность, состав сырья с отдельными неточностями	Грамотно и уверенно составляет алгоритмы проектирования технологических процессов при перенастройке производства на новый вид продукции, производительность, состав сырья
	Демонстрирует способы представления множества проектных решений для технологических процессов химических производств (Н-1).	Правильный ответ на вопрос 2.3. Правильный ответ на вопросы 4.1-4.3, 4.18-4.20.	Неуверенно, с активной помощью преподавателя демонстрирует способы представления множества проектных решений для технологических процессов химических производств	Демонстрирует способы представления множества проектных решений для технологических производств отдельными ошибками	Правильно и самостоятельно демонстрирует способы представления множества проектных решений для технологических процессов химических производств

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-4.6</b> Использование современных информационных технологий и программных средств для решения задач проектирования технологических процессов химических производств	Перечисляет особенности систем управления проектированием и проектными данными(ЗН-3).	Правильный ответ на вопросы 1.6 – 1.10.	Перечисляет особенности систем управления проектированием и проектными данными самостоятельно и с серьезными ошибками	Перечисляет особенности систем управления проектированием и проектными данными с наводящими вопросами	Свободно ориентируется в особенностях систем управления проектирования и проектными данными
	Называет архитектуру, характеристики и функциональные особенности систем автоматизированного проектирования (ЗН-4).	Правильный ответ на вопросы 1.12, 1.20. Правильный ответ на вопрос 2.2. Правильный ответ на вопросы 3.1-3.2.	Делает серьезные ошибки при перечислении и описании архитектур, характеристик и функциональных особенностей систем автоматизированного проектирования	Называет архитектуру, характеристики и функциональные особенности систем автоматизированного проектирования с помощью преподавателя	Называет архитектуру, характеристики и функциональные особенности систем автоматизированного проектирования самостоятельно и без ошибок
	Применяет современные информационные технологии и программные средства для решения задач проектирования технологических процессов химических производств(У-3).	Правильный ответ на вопросы 1.13-1.18. Правильный ответ на вопросы 4.16-4.17. Правильный ответ на вопросы 2.15-2.17. Правильный ответ на вопросы 3.10-3.12. Правильный ответ на вопросы 4.11-4.15.	Применяет современные информационные технологии и программные средства для решения задач проектирования технологических процессов химических производств с серьезными ошибками	Применяет современные информационные технологии и программные средства для решения задач проектирования технологических процессов химических производств с наводящими вопросами	Применяет современные информационные технологии и программные средства для решения задач проектирования технологических процессов химических производств самостоятельно и безошибочно

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Решает задачи автоматизированного проектирования технологических процессов с использованием современных информационных технологий и программных средств(Н-2).	Правильный ответ на вопросы 2.3-2.14. Правильный ответ на вопросы 3.5-3.9. Правильный ответ на вопросы 4.7-4.10, 4.16 - 4.17.	Затрудняется и допускает серьезные ошибки при решении задач автоматизированного проектирования технологических процессов с использованием современных информационных технологий и программных средств	Решает задачи автоматизированного проектирования технологических процессов с использованием современных информационных технологий и программных средств с отдельными ошибками	Решает задачи автоматизированного проектирования технологических процессов с использованием современных информационных технологий и программных средств самостоятельно и безошибочно

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

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-4 по сегментам:**

**Сегмент 1.** Нормативно-правовые документы и информационные системы в области проектирования процессов химических производств. Техническое обеспечение САПР.

1.1. Обоснование необходимости автоматизированного проектирования процессов химических производств.

1.2. Структура, содержание и области применения ГОСТ 15.016-2016.

1.3. Структура, содержание и области применения ГОСТ 2.103-68.

1.4. CALS-технологий и система единых международных стандартов ISO 10303 (STEP) и ISO 13584 (P\_LIB). Назначение, структура и основные положения.

1.5. UML. Краткое описание, назначение, виды диаграмм и их применение в проектировании процессов химических производств.

1.6. CAD и CAM – системы, их функции, характеристики и примеры.

1.7. CAE и CAPP – системы, их функции, характеристики и примеры.

1.8. Постановка цели и задач автоматизированного проектирования процессов химических производств.

1.9. Жизненный цикл проекта и изделия объектов химической технологии. Описание основных принципов и методов проектирования.

1.10. Постановка задачи проектирования объекта химической технологии с учетом требований к качественным показателям и безопасности производства.

1.11. Порядок построения формализованного описания химико-технологического процесса. Исходные данные, варьируемые характеристики, качественные показатели. Показатели безопасности и работоспособности. Пример формализованного описания.

1.12. Состав и функции современного АРМ проектировщика. Устройства ввода-вывода общего и специального назначения.

1.13. Архитектура современной ЭВМ. Характеристики внутренних периферийных устройств, наиболее влияющие на производительность ЭВМ.

1.14. Характеристики ЭВМ, влияющие на работоспособность и производительность программных средств САПР.

1.15. Способы повышения производительности и надежности ЭВМ проектировщика.

1.16. Виды и назначение памяти в устройствах ЭВМ.

1.17. Типы и характеристики оперативного запоминающего устройства.

1.18. Источники данных для поиска информации об ЭВМ и ее диагностики.

1.19. Открытые Интернет-источники и нормативно-правовые информационно-поисковые системы, используемые для поиска и получения текстов документов в области проектирования и поддержки жизненного цикла объектов химической технологии.

1.20. Классификация видов обеспечений САПР. Их назначение, базовые компоненты и функции.

**Сегмент 2.** Информационное обеспечение САПР, моделирование данных, СУБД и базы данных в системах поддержки принятия проектных решений в области проектирования процессов химических производств.

2.1. Постановка задачи информационного поиска набора оптимальных проектных решений. Этапы подготовки и решения задачи информационного поиска.

2.2. Состав информационного обеспечения САПР. Функции и базовые компоненты информационного обеспечения САПР.



- 2.3. Этапы создания информационно-поисковой системы для решения задачи поиска оптимальных проектных решений в области химической технологии.
- 2.4. ER-диаграмма и ее компоненты. Отношения, связи, ключевые и обязательные атрибуты.
- 2.5. Нотация IDEF1X. Базовые графические элементы и этапы построения даналогической модели информационного объекта.
- 2.6. Описание графической нотации Питера Чена для построения концептуальной модели информационного объекта.
- 2.7. Нотация Гордона Эвереста («воронья лапка»). Применение в информационном описании объекта проектирования.
- 2.8. Диаграммы Бахмана. Применение в информационном описании объекта проектирования.
- 2.9. Представления в базах данных. Их назначение и преимущество.
- 2.10. Реляционная СУБД. Базовые понятия теории реляционных СУБД: кортеж, домен, атрибут, отношение, связь.
- 2.11. Виды связей в реляционной БД и способы их организации.
- 2.12. Виды ключей в реляционной БД. Назначение каждого вида.
- 2.13. Типы данных полей таблиц БД. Перечислить с указанием примера использования.
- 2.14. Обязательные и необязательные атрибуты таблиц базы данных. Их влияние на качество и непротиворечивость хранения данных и организацию процесса управления данными.
- 2.15. Классификация и базовые функции СУБД. Характеристики СУБД MS Access.
- 2.16. Серверные СУБД и базы данных Их преимущества над десктопными СУБД.
- 2.17. Назначение и функции программных CASE-средств для моделирования данных. Сравнительная характеристика Toad Data Modeler, Case Studio, AllFusion ERwin Data Modeler, MS Office Visio.

**Сегмент 3.** Математическое обеспечение САПР, математическое моделирование в задачах проектирования процессов химических производств.

- 3.1. Цель и постановка задачи математического моделирования в задачах автоматизированного проектирования процессов химических производств.
- 3.2. Классификация математических моделей в САПР.
- 3.3. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
- 3.4. Математические методы, используемые для решения прямой задачи кинетики химико-технологического объекта. Критерии выбора математического метода.
- 3.5. Структурный и параметрический синтез математической модели. Описание.
- 3.6. Проверка на адекватность математической модели. Критерии адекватности математической модели.
- 3.7. Эмпирическая математическая модель. Постановка обратной задачи кинетики. Критерии численного анализа адекватности эмпирических математических моделей.
- 3.8. Вычислительная скорость и точность математической модели как конкурирующие характеристики математической модели. Способы оптимизации скорости и точности вычислений.
- 3.9. Допущения, принятые при математическом моделировании. Целесообразность внесения допущений. Компенсация ошибки вычисления.
- 3.10. Программное обеспечение для моделирования химико-технологических объектов. Базовые функции.
- 3.11. Описание, назначение и сравнительные характеристики универсальных моделирующих пакетов (Mathcad, UniSim, ChemCad, Hysys, Aspen Plus).

3.12. Описание, назначение и сравнительные характеристики программных пакетов регрессионного анализа экспериментальных данных и статистики (Datafit, CurveExpert, Stadia).

**Сегмент 4.** 3D-моделирование в задачах проектирования процессов химических производств. Аддитивные технологии в 3D-прототипировании и изготовлении изделий.

4.1. Цель и задачи 3D-моделирования и 3D-прототипирования в задачах проектирования процессов химических производств.

4.2. Классификация методов 3D-моделирования по архитектуре и способам 3D-моделирования.

4.3. Этапы синтеза 3D-модели. Понятия «базовый элемент», «триангуляция», «базовая операция», «параметризация». Текстуры и материалы. Свойства материалов.

4.4. Текстуры и материалы. Принцип наложения. Достоинства и недостатки текстур и материалов. Критерии выбора технологии физического отображения 3D-модели объекта.

4.5. Алгоритм построения простейшей 3D-модели в одной из САПР.

4.6. Форматы файлов 3D-моделей и их краткое описание.

4.7. Программные средства САПР для проектирования 3D-моделей. Их базовые функции.

4.8. Типовые инструменты и операции для построения 3D-модели в Компас 3D.

4.9. Аддитивные передовые производственные технологии. История развития и области применения.

4.10. Материалы, используемые при 3D-печати. Их применение для различных целей, преимущества и недостатки, физические свойства.

4.11. Способы послойного изготовления физического прототипа объекта проектирования: UV-облучение, экструзия, струйное напыление, сплавление, ламинирование.

4.12. 3D-принтер. Виды, устройство, технологии 3D-печати. Способы изготовления продуктов 3D-печати.

4.13. Описание, назначение и сравнительные характеристики сред трехмерного полигонального моделирования: Autodesk 3d Max, Компас 3D, SolidWorks, nanoCAD.

4.14. Blender 3D, Cinema 4D, Autodesk Maya. Назначение и сравнительная характеристика по функционалу, лицензированию и минимальным требованиям к ЭВМ.

4.15. Rhinoceros, Autodesk Alias, MOI 3D, SolidThinking. Назначение и сравнительная характеристика по функционалу, лицензированию и минимальным требованиям к ЭВМ.

4.16. Настройки 3D-печати, влияющие на качественные характеристики изделия.

4.17. Качественные характеристики изделия, полученного 3D-печатью.

4.18. Постановка задачи физического прототипирования изделий. Описание технологии изготовления 3D-прототипов объектов проектирования с использованием ламинирования и осевой литографии.

4.19. Постановка задачи физического прототипирования изделий. Электронно-лучевая плавка. Описание оборудования для ЭЛП.

4.20. Порядок подготовки и выполнения 3D-печати (выбор и калибровка оборудования, выбор материала и режима печати, подготовка 3D-модели изделия, постобработка изделия).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше (по одному вопросу из разных сегментов).

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет». При этом «зачет» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.

**Форма титульного листа для оформления  
лабораторных работ**

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический  
университет)»

Факультет: Химии веществ и материалов

Кафедра: Общей химической технологии и катализа

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология неорганических веществ

Уровень подготовки: Бакалавр

Учебная дисциплина: Автоматизированное проектирование

Группа: \_\_\_\_\_

**О Т Ч Е Т**  
**О Л А Б О Р А Т О Р Н О Й Р А Б О Т Е № \_**  
**ТЕМА:**

Преподаватели

Петров Д.Н.  
Козлов А.В.

Исполнители

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Отметка о зачете \_\_\_\_\_

Санкт-Петербург  
2021