

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 28.06.2023 11:09:30  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
ВРИО проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 12 » апреля 2021 г.

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

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленности

**Химическая технология неорганических веществ**  
**Прикладная электрохимия**  
**Химическая технология материалов и изделий**  
**электроники и нанoeлектроники**  
**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 года № 6  
Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «07» апреля 2021 года № 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. ....   | 19 |
| 2 Форма титульного листа для оформления отчетов о лабораторных работах.....  | 28 |

## 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><br>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><br>Использование нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения технологических процессов получения веществ, материалов и изделий | <b>Знать:</b><br>- технологии и стандарты информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии (ЗН-1);<br>- методики и алгоритмы проектирования технологических процессов (ЗН-2);<br><b>Уметь:</b><br>- ориентироваться в стандартах информационной поддержки жизненного цикла объектов химической технологии (У-1);<br>- составлять алгоритмы проектирования технологических процессов при перенастройке производства на новый вид продукции, производительность, состав сырья (У-2);<br><b>Владеть:</b><br>- 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><br/>Использование современных информационных технологий и программных средств для решения задач проектирования технологических процессов химических производств</p> | <p><b>Знать:</b><br/>- особенности систем управления проектированием и проектными данными (ЗН-3);<br/>- архитектуру, характеристики и функциональные особенности систем автоматизированного проектирования (ЗН-4).</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- использовать современные информационные технологии и программные средства для решения задач проектирования технологических процессов технологических процессов химических производств (У-3).</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- 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,<br>ЗЕ/акад. часов |
|--|--------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(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<br>ОПК-4.6     |
| 3.    | Информационное обеспечение САПР. СУБД, информационные модели и базы данных.   | 4                                    | –                                     | 12                  | 14                                 | ОПК-4                   | ОПК-4.5<br>ОПК-4.6     |
| 4.    | Математическое обеспечение САПР. Математические модели в задачах проектирования процессов химических производств.   | 4                                    | –                                     | 12                  | 14                                 | ОПК-4                   | ОПК-4.5<br>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<br>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 процессов химических производств.</u></p> <p>Основные определения и понятия автоматизированного проектирования. Введение в методологию проектирования технологических процессов химических 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                  |



| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия  | Объем,<br>акад. часы | Инновационная<br>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                 |

| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы | Иновационная<br>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 | Иновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|--------------------|
| 3                    | <p><u>Разработка информационно-поисковой системы поддержки принятия проектных решений в области проектирования процессов химических производств.</u></p> <p>Программные CASE-средства моделирования данных: AllFusion ERwin Data Modeler, Toad Data Modeler, 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></p> <p>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 MS Access, 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 (MS SQL Server, 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 MS Access, 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, отчеты по лабораторным работам № 3 и № 4 |

#### 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. – ISBN 978-5-7038-3446-6.

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. – ISBN 978-5-91884-017-7.

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. – М. : 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: 01.11.2019). – 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.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа и информ. технологий. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 118 с. (ЭБ)

8 Система управления базами данных Microsoft Access : Учебное пособие / Г. А. Мамаева, В. Н. Чепикова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа и информ. технологий. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 52 с. (ЭБ)

**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.<br>Учебная мебель, мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.<br>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».<br>3D принтер UP 3D Printer Mini (область построения – 120×120×120 мм; материалы для печати – акрилобутадиенстирол, полилактид; скорость печати – 30 см <sup>3</sup> /ч; точность печати – 0,2 мм).<br>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).<br>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.<br>Учебная мебель.<br>Мультимедийный проектор NEC NP41. Ноутбук Asus абj на базе процессора Intel Core Duo T2000.<br>Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.   |

## 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 «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><br>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.<br>Правильный ответ на вопросы 3.3-3.4.<br>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 процессов получения и переработки материалов современной энергетики с 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.<br>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.<br>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 процессов химических производств с 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><br>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.<br>Правильный ответ на вопрос 2.2.<br>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.<br>Правильный ответ на вопросы 4.16-4.17.<br>Правильный ответ на вопросы 2.15-2.17.<br>Правильный ответ на вопросы 3.10-3.12.<br>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.<br>Правильный ответ на вопросы 3.5-3.9.<br>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 данталогической 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, Curve Expert, 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: Информационных технологий и управления

Кафедра: Систем автоматизированного проектирования и управления

Направление подготовки:

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:

Преподаватель

Петров Д.Н.

Исполнители

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

Отметка о зачете \_\_\_\_\_

Санкт-Петербург  
2021