

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 24.04.2024 17:50:47  
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 КОНСТРУИРОВАНИЕ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Направление подготовки  
**15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность программы магистратуры  
**Интенсификация процессов и энергосберегающее технологическое  
оборудование**

Квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**  
Кафедра **химической энергетики**

Санкт-Петербург  
2021

**Б1.О.06**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Ратасеп М.А.

Рабочая программа дисциплины «автоматизированное конструирование технологического оборудования» обсуждена на заседании кафедры химической энергетики  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 № \_\_  
Заведующий кафедрой

А.С. Мазур

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 № \_\_

Председатель

А.П. Сула

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки <b>«Технологические машины и оборудование»</b>		Р.Ш. Абиев
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. ....	9
4.3.1	Семинары, практические занятия. ....	9
4.4	Самостоятельная работа обучающихся. ....	10
4.5	Темы РГР и индивидуального задания. ....	11
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	12
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. ....	12
7.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	13
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	13
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	13
10.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	14
10.1.	Программное обеспечение. ....	14
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	14
12.	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	14
	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Автоматизированное конструирование технологического оборудования» .....	15

## 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)
<p><b>ОПК-13</b> Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности;</p>	<p><b>ОПК-13.1</b> Способен применять системы математического моделирования, исследования и оптимизации технологических машин</p>	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы 3х мерного моделирования <b>Уметь:</b> Анализировать геометрию машин и аппаратов химических производств <b>Владеть:</b> Навыками геометрического моделирования машин и аппаратов в программе Компас 3D</p>
	<p><b>ОПК-13.2</b> Способен разрабатывать и применяет программные комплексы для проектирования технологических процессов, машин и аппаратов химических производств</p>	<p><b>Знать:</b> Основные требования ЕСКД к конструкторской документации <b>Уметь:</b> разрабатывать параметрически связанную конструкторскую документацию (спецификация, чертёж, модель) <b>Владеть:</b> Навыками подготовки КД средствами автоматизированного проектирования программы Компас 3D</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ОПК-13.3</b>            Может использовать параметрическое проектирование, численных методов расчета, контроля технологических процессов при помощи современных систем автоматизированного проектирования</p>	<p><b>Знать:</b>            Теоретические основы метода конечных элементов  <b>Уметь:</b>            формировать граничные условия для расчётных задач  <b>Владеть:</b>            Навыками работы со средствами автоматизированного расчёта Симулейшн и Флоусимулейшн</p>
<p><b>ПК-3</b>            Автоматическое проектирование и контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности и управление ими</p>	<p><b>ПК-3.3</b>            Может использовать автоматизированные системы для редактирования технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности</p>	<p><b>Знать:</b>            Основные команды g-кода и структуру программы для станка с ЧПУ  <b>Уметь:</b>            Выбирать основные типы траекторий инструмента  <b>Владеть:</b>            Навыками визуального программирования в среде Мастеркам</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (**Б1.О.06**) и изучается на 1 курсе во 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Инженерная графика», «Физика», «Информатика», «Математика» и «Расчёт и конструирование».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Автоматизированное конструирование технологического оборудования» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>5 / 180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>94</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия ( в том числе на пр. подготовку)	64(12)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	14
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>59</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	РГР
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , зачет, экзамен)	<b>Экзамен / 27</b>

## 4 Содержание дисциплины.

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	ЖЦИ и автоматизация проектно-конструкторских работ	2				ОПК-13	ОПК-13.1
2.	Основы 3х мерной графики	2				ОПК-13	ОПК-13.1
3.	Структура технологического комплекса с точки зрения подготовки спецификации и другой КД	2	2			ОПК-13	ОПК-13.2
4.	Инструменты проектирования программы Компас3D		24		20	ОПК-13	ОПК-13.2
5.	Основы численных методов расчёта	4	8			ОПК-13	ОПК-13.1
6.	Основы метода конечных элементов и основы интерфейса программ инженерного анализа реализующих расчёт МКЭ	2	24		32	ОПК-13	ОПК-13.3
7.	Основные технологические требования при изготовлении элементов технологического оборудования	2				ПК-3	ПК-3.3
8.	Подготовка производства и визуальное программирование станков с ЧПУ	2	6		7	ПК-3	ПК-3.3

## 4.2 Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	ЖЦИ	2	мультимедиа лекция
2	Основы 3х мерной графики	2	мультимедиа лекция
3	Структура технологического комплекса с точки зрения подготовки спецификации и другой КД	2	мультимедиа лекция
5	Основы численных методов расчёта	4	мультимедиа лекция
6	Основы метода конечных элементов и основы интерфейса программ инженерного анализа реализующих расчёт МКЭ	2	мультимедиа лекция
7	Основные технологические требования при изготовлении элементов технологического оборудования	2	мультимедиа лекция
8	Подготовка производства и визуальное программирование станков с ЧПУ	2	мультимедиа лекция

## 4.3 Занятия семинарского типа.

### 4.3.1 Семинары, практические занятия.

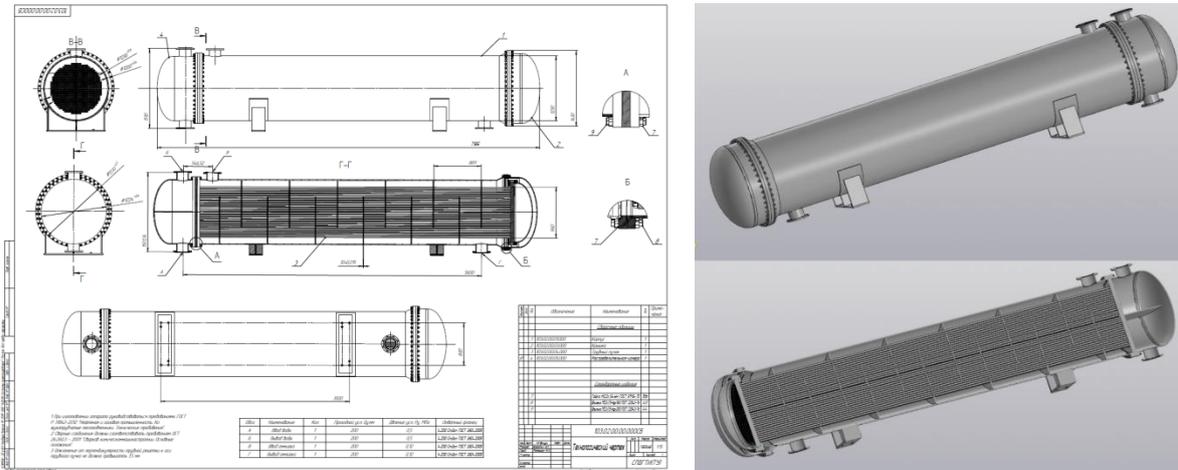
№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы(в т.ч. на пр. подготовку)	Инновационная форма
		всего	
3	Структура технологического комплекса с точки зрения подготовки спецификации и другой КД	2	Дискуссия
4	Инструменты проектирования программы Компас3D	24(6)	Компьютерное моделирование
5	Основы численных методов расчёта	8	Дискуссия
6	Основы метода конечных элементов и основы интерфейса программ инженерного анализа реализующих расчёт МКЭ	24(6)	Компьютерное моделирование
8	Подготовка производства и визуальное программирование станков с ЧПУ	6	Компьютерное моделирование

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся.

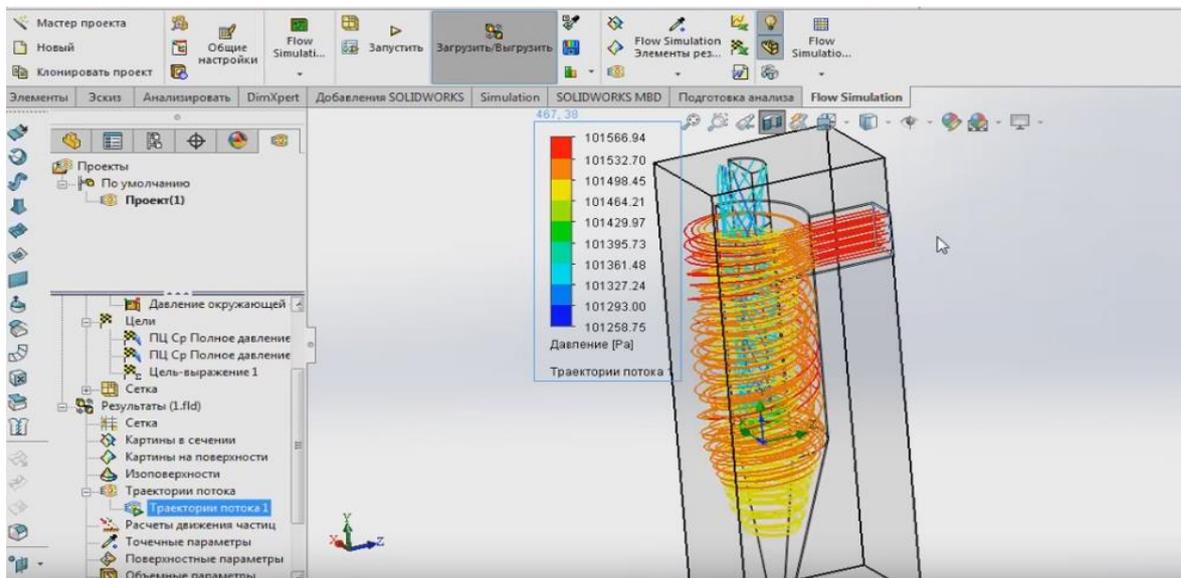
№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4.	Инструменты проектирования программы Компас3D	20	РГР 1
6.	Основы метода конечных элементов и основы интерфейса программ инженерного анализа	32	РГР 2
8.	Подготовка производства и визуальное программирование станков с ЧПУ	7	РГР 3

## 4.5 Темы РГР и индивидуального задания

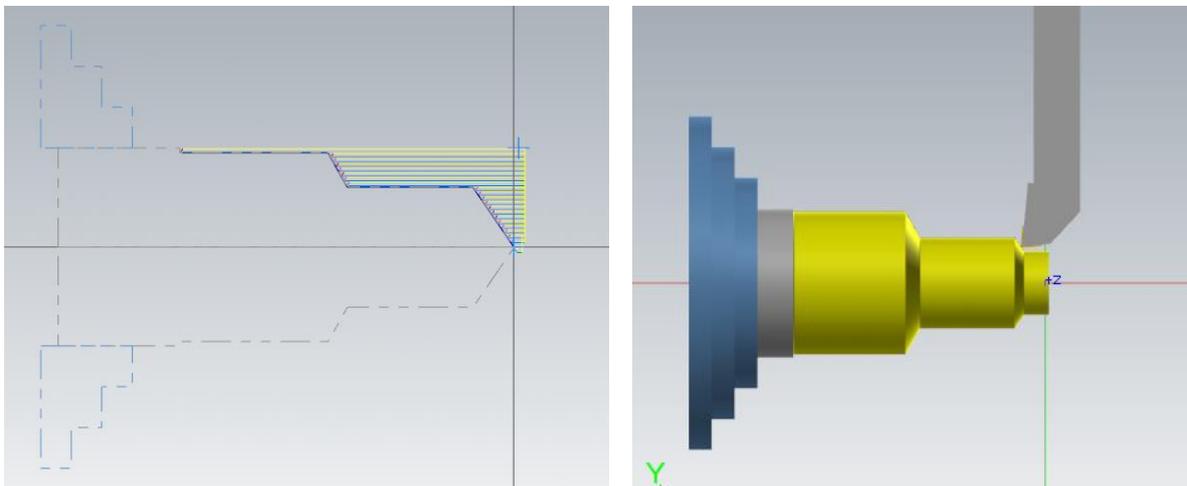
### РГР №1 – Подготовка КД для создания технологического аппарата



### РГР №2 – Статический анализ конструкции, расчёт выносливости конструкции, моделирование течений и тепло-массообмена



### РГР №3 – Разработка программы токарной и фрезерной обработки детали по её 3х мерной модели



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

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

## 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### Вариант № 1

1. Создание расчётных сеток. Базовые алгоритмы и практические сложности.
2. Примените граничные условия для расчёта течения через аппарат следующей формы, при заданном давлении на выходе, массовом расходе среды и температуре.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

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

### а) основная литература:

1. Евгеньев, Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учебное пособие для вузов по направлению «Информатика и вычислительная техника» / Г.Б. Евгеньев – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 335 с.
2. Ратасеп, М.А. Основы трёхмерного конструирования / М.А. Ратасеп – Санкт-Петербург.: СПбГТИ (ТУ), 2014. - 132 с. (ЭБ)
3. Веригин А.Н., Теплообменные аппараты: учебное пособие / А.Н. Веригин, Н.А. Незамаев, М.А. Ратасеп – СПбГТИ(ТУ), 2019. - 153 с.

### б) дополнительная литература:

1. Уваров, А.С. Инженерная графика для конструкторов в AutoCAD / А.С. Уваров – Москва: ДМК Пресс, 2008. – 359 с.
2. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский и др. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. – 799 с.

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

Видеокурс «Конструирование кожухотрубчатых теплообменников»

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLuBClpZFYOCH7cAnC6JSEn9ijnc\\_ouXfF](https://www.youtube.com/playlist?list=PLuBClpZFYOCH7cAnC6JSEn9ijnc_ouXfF)

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

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

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## 9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше

всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является:

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

На занятия обучающийся должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

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

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

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

### **10.2 Программное обеспечение.**

Компас3D учебная версия, СолидВоркс академическая лицензия, Мастеркам демо-версия

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 10 посадочных мест.

Для проведения практических занятий используется класс, оборудованный компьютерами, объединенными в сеть.

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

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

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Автоматизированное конструирование технологического оборудования»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-13	Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности	промежуточный
ПК-3.3	Автоматическое проектирование и контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности и управление ими	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-13.1</b> Способен применять системы математического моделирования, исследования и оптимизации технологических машин	Моделирует конструкцию машин и аппаратов химических производств с использованием библиотек стандартных элементов	РГР №1 Правильные ответы на вопросы 1-5	Путается в конструкции, не знает стандартные элементы конструкции, модель сборки не соответствует спецификации	Демонстрирует с ошибками навыки использования стандартных элементов, модель сборки в целом соответствует спецификации	Созданные модели полностью соответствуют спецификации, работоспособны и оптимизированы с точки зрения использования стандартных элементов
<b>ОПК-13.2</b> Способен разрабатывать и применяет программные комплексы для проектирования технологических процессов, машин и аппаратов химических производств	Разрабатывает КД на машины и аппараты химических производств с помощью автоматизированных средств проектирования	РГР №1 Правильные ответы на вопросы 6-10	Путается в разработке проектной и рабочей технической документации по	Демонстрирует с ошибками навыки разработки проектной и рабочей технической документации	Демонстрирует хорошие навыки разработки проектной и рабочей технической документации
<b>ОПК-13.3</b> Может использовать параметрическое	Выполняет прочностной анализ конструкции и	РГР №2 Правильные ответы на вопросы 11-15	Путается при выборе граничных условий, не может	Демонстрирует с ошибками навыки применения	Демонстрирует хорошие навыки выполнения

проектирование, численных методов расчета, контроля технологических процессов при помощи современных систем автоматизированного проектирования	моделирует течения и явления тепло-массообмена в машинах и аппаратах химических производств		оптимизировать расчётную сетку	граничных условий, использует более или менее оптимизированные расчётные сетки	расчётов, оптимизирует расчётные модели
<b>ПК-3.3</b> Может использовать автоматизированные системы для редактирования технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности	Программирует простую автоматизированную обработку элементов машин и аппаратов химических производств, с помощью средств визуального	РГР №3 Правильные ответы на вопросы 16-20	Путается при выборе траекторий и инструментов	Выбирает не самые оптимальные алгоритмы обработки	Демонстрирует навыки оптимизации программ обработки

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

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-13.1:**

- 1 Основные способы построения 3х мерных объектов, булевы операции
- 2 Проецирование, ассоциативные чертежи и спецификация, ключевая анимация
- 3 Численное дифференцирование и численное интегрирование, метод Эйлера
- 4 Основы метода конечных элементов, последовательность расчёта в Симулейшн
- 5 Оптимизация расчетных сеток, сингулярность

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-13.2:**

- 6 Основные требования ЕСКД к КД
- 7 Структура спецификации
- 8 Стандартные элементы и основные НТД для типовых конструкций машин и аппаратов химических производств
- 9 Подготовка модели к расчётам средствами инженерного анализа
- 10 Организация проектных работ с использованием безбумажных технологий

#### **в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-13.3:**

- 11 Статический анализ, граничные условия и возникновение пластических деформаций
- 12 Анализ усталости конструкций
- 13 Анализ течений, типы граничных условий
- 14 Анализ тепло-массообмена, граничные условия
- 15 Совместное решения задач тепломассообмена и прочностных задач

#### **г) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3.3:**

- 16 Основные типы металлообрабатывающих станков, параметры резания и основные пути их автоматизации
- 17 Основные команды g-кода и структура программы
- 18 Основные типы траекторий движения инструмента, их параметры и параметры инструмента.
- 19 Вспомогательные операции
- 20 Многоосевая обработка

Комплексные задачи (второй вопрос на экзамене) являются значительно упрощенными заданиям к РГР и выполняются на компьютере.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов. По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).