

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.11.2023 16:30:13
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
«05» декабря 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

**Направленность: Технологическое оборудование химических
и нефтехимических производств**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **Механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		проф. Р.Ш. Абиев

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

протокол от «27» октября 2021 №4
Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «30» ноября 2021 № 4

Председатель

А.Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		Доцент А.Н. Луцко
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия	9
4.3.2. Лабораторные занятия	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	10
4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения	10
4.4.2. Контрольная работа	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	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
10.1. Информационные технологии	14
10.2. Программное обеспечение	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15
Приложение № 1	16
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования»	16

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 ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
<p>ПК-1 Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования</p>	<p>ПК-1.3 Способность выполнять расчеты тепло- и массообменных процессов в химико-технологическом оборудовании</p>	<p>Знать: Требования стандартов к оформлению научных отчетов (ЗН-1). Уметь: Анализировать результаты выполненных численных исследований и формулировать обоснованные выводы по выполненным расчетам химико-технологического оборудования (У-1). Владеть: навыками составления научных отчетов по выполненному заданию (Н-1).</p>
<p>ПК-4 Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования с целью обеспечения технологичности изделий и совершенствования процессов их изготовления</p>	<p>ПК-4.3 Моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов проектирования и расчета</p>	<p>Знать: математические модели процессов, протекающих в технологическом оборудовании, для оптимизации основных параметров проектируемого технологического оборудования, а также расширения технологических возможностей действующего оборудования (ЗН-2). Уметь: выполнять математическое моделирование технологических процессов, протекающих в машинах и аппаратах (У-2). Владеть: современными методами расчета</p>

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

		процессов тепло- и массопереноса в технологических машинах и оборудовании (Н-2)
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы⁴.

Дисциплина «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования» является обязательной и относится к части Блока 1 образовательной программы бакалавриата, формируемой участниками образовательного процесса (Б.1.В.07), изучается в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Материаловедение», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы», «Основы теплопередачи в химическом оборудовании».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования» знания, умения и навыки необходимы для изучения дисциплин профессионального цикла «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса», и могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
	7 сем
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/180
Контактная работа с преподавателем:	100
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (6)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	10
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	35
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (45)

⁴ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

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. Уравнения в частных производных второго порядка: основные понятия, классификация.	2	2	4	3	ПК-1, ПК-4	ПК-1.3 ПК-4.3
2	Основы метода конечных разностей	6	4	6	8		
3	Аппроксимация, согласованность, устойчивость, сходимость	4	4	4	8		
4	Конечно-разностная аппроксимация граничных условий	4	4	4	8		
5	Конечно-разностные методы решения задач гиперболического, параболического и эллиптического типов	20	4	18	8		
	ИТОГО	36	18	36	35		

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма ⁵

⁵ **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК),

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма ⁵
1	Введение. Введение. Уравнения в частных производных второго порядка: основные понятия, классификация. Методы определения типов уравнений. Примеры некоторых важных уравнений в частных производных 2-го порядка.	2	ЛВ
2	Основы метода конечных разностей. Основы метода конечных разностей. Способы построения конечно-разностных аппроксимаций первой и второй производных первого и второго порядка точности, на равномерной и неравномерной сетке. Разложение функции в ряд Тейлора, интерполяция функции полиномами. Метод контрольного объема. Примеры применения метода контрольного объема к внутренним и граничным узлам сетки, в декартовых и цилиндрических координатах.	6	ЛВ
3	Аппроксимация, согласованность, устойчивость, сходимост Конечно-разностная аппроксимация уравнений в частных производных. Погрешность аппроксимации. Согласованность разностных схем. Устойчивость разностных схем: принцип максимума, спектральный метод Неймана. Примеры анализа устойчивости.	4	ЛВ, Д
4	Конечно-разностная аппроксимация граничных условий Конечно-разностная аппроксимация граничных условий 1-го, 2-го и 3-го рода. Проблемы аппроксимации начальных условий для трехслойных схем.	4	ЛВ, Д

занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма ⁵
5	<p><i>Конечно-разностные методы решения задач гиперболического, параболического и эллиптического типов</i></p> <p>Одномерное уравнение переноса. Разностные схемы: явный правый уголок, явный левый уголок, явная схема Эйлера, схема Лакса, ориентированный уголок, "крест", неявный левый уголок, неявный правый уголок; комбинированные аппроксимации, неявная схема Эйлера, схема Кранка-Николсона, схема Лакса-Вендроффа, схема Мак-Кормака.</p> <p>Одномерное уравнение теплопроводности. Явные схемы для одномерного уравнения теплопроводности: простой явный метод, метод Рунге-Кутты, метод Дюфорта-Франкела. Неявные методы: простой неявный метод, метод Кранка-Николсона. Обобщенная двухслойная схема и ее свойства. "Наилучшая" двухслойная схема для одномерного уравнения теплопроводности.</p> <p>Уравнения Лапласа и Пуассона. Пятиточечная схема Рунге. Девятиточечная схема. Диагональная пятиточечная схема. Методы последовательной верхней и нижней релаксации. Блочные итерационные методы. Неявный метод переменных направлений. Метод Писмена-Ракфорда. Примеры решения эллиптических задач в декартовых и цилиндрических координатах.</p>	20	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Определение типа уравнений второго порядка	2	МК
2	Основы метода конечных разностей. Вычисление левой, правой и центральной разностной производной первого порядка, центральной производной второго порядка.	2	МК
3	Аппроксимация, согласованность, устойчивость, сходимость. Проверка устойчивости конечно-разностной схемы спектральным методом.	2	МК
4	Конечно-разностная аппроксимация граничных условий. Аппроксимация граничных условий 1-го, 2-го и 3-го рода.	2	МК
5	Конечно-разностные методы решения задач гиперболического, параболического и эллиптического типов. Решение уравнения нестационарной одномерной теплопроводности с граничными условиями первого рода явным методом. Решение одномерного линейного уравнения переноса.	10	МК

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Введение. Определение типа уравнений второго порядка	4		МК
2	Основы метода конечных разностей. Разработка и отладка программы, реализующей метод трехточечной прогонки. Вычисление чебышёвской и гильбертовой нормы разности функций.	6	2	МК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
3	Решение уравнения чистого (конвективного переноса) с использованием трех шаблонов: явный левый уголок, явный правый уголок,	4	2	МК
4	Решение задачи нестационарной теплопроводности с граничными условиями первого рода по простой явной схеме. Проверка устойчивости схемы при $Fo = 0,25, 0,5$ и $0,6$.	4	2	МК
5	Решение уравнения нестационарной одномерной теплопроводности с граничными условиями 2-го и 3-го рода неявными методами. Построение полей потоков и температур, анализ взаимосвязи между ними.	18		МК

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Методы определения типа уравнений при числе независимых переменных более двух.	3	Устный опрос
2	Интегро-интерполяционный метод.	8	Устный опрос
3	Сходимость решения нестационарных задач.	8	Устный опрос
4	Решение систем линейных уравнений методом Гаусса-Зейделя.	8	Устный опрос
5	Решение задачи нестационарной одномерной теплопроводности с граничными условиями 1 го, 2 го и 3 го рода неявными методами.	8	Выполнение контрольной работы

4.4.2. Контрольная работа ⁶

Контрольная работа включает проверку знаний, полученных при изучении всего курса.

Контрольная работа состоит из следующих разделов:

- 1) Анализ задачи, разработка математической модели. Формулировка граничных и начальных условий.
- 2) Выбор шагов сетки.
- 3) Разработка и отладка программы для расчета поля температур и тепловых потоков в одномерной задаче. Проверка численной сходимости схемы.
- 4) Анализ полученных результатов. Сопоставления характеров изменения полей температур и тепловых потоков. Расчет интегральных показателей: накопленной внутренней энергии, средней температуры.
- 5) Составление расчетно-пояснительной записки.

Расчетно-пояснительная записка содержит 15-20 страниц текста размером 13-14 пт. с интервалом 1,5.

Примерные темы контрольных работ:

Вар. 1. В трубке длиной $L = 0,01$ м, заполненной раствором с начальной концентрацией $C(x,0) = C_0 = 10$ кг/м³, происходит молекулярный перенос вещества с коэффициентом диффузии $D = 10^{-9}$ м²/с, описываемый одномерным уравнением диффузии. Концентрация вещества на концах трубки поддерживается равной нулю. Постройте конечно-разностный аналог уравнения диффузии на основе простой неявной схемы. Используя равномерную сетку, рассчитайте нестационарное поле концентраций.

Вар. 2. Прогрев тонкой пластины в поперечном направлении описывается одномерным уравнением теплопроводности. Материал пластины — углеродистая сталь, ее начальная температура $T_0 = 293$ К. На обеих поверхностях заданы тепловые потоки, обращенные внутрь стенки $q(0, t) = q(L, t) = 10$ Вт/м². Толщина пластины $L = 5$ мм. Постройте конечно-разностный аналог уравнения теплопроводности на основе простой неявной схемы. Используя равномерную сетку, рассчитайте нестационарное поле температур.

Вар. 3. Процесс переноса вещества, находящегося в растворенном виде в пористой пластине (пористость $\varepsilon = 0,3$), описывается одномерным уравнением диффузии, коэффициент диффузии $D = 10^{-9}$ м²/с. Толщина пластины $L = 100$ мм, начальная концентрация раствора в порах $C_0 = 1$ кг/м³. На границах пластины поддерживаются постоянные во времени потоки вещества $q(0, t) = 0,01$ кг/(с м²), $q(L, t) = 0,05$ кг/(с м²), направленные наружу. Постройте конечно-разностный аналог уравнения диффузии на основе схемы Кранка-Николсона. Используя равномерную сетку, рассчитайте нестационарное поле концентраций.

Вар. 4. Процесс охлаждения стержня описывается одномерным уравнением теплопроводности. Длина стержня $L = 200$ мм, его начальная температура 593 К, температуры хладагентов на левом и правом его торцах равны соответственно $T(0, t) = 293$ К, $T(L, t) = 393$ К, коэффициенты теплоотдачи от торцов стержня можно принять бесконечно большими. Материал стержня — легированная сталь. Постройте конечно-разностный аналог уравнения теплопроводности на основе схемы Кранка-Николсона. Используя равномерную сетку, рассчитайте нестационарное поле температур.

⁶ Пунктами 4.4.1-4.4.5 раскрывается тематика рефератов, творческих заданий, РГР, контрольных работ, эссе и т.д. (если предусмотрено РПД).

Вар. 5. Процесс переноса вещества, находящегося в растворе в капиллярах пористой пластины (пористость $\varepsilon = 0,4$), описывается одномерным уравнением диффузии, коэффициент диффузии $D = 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$. Толщина пластины $L = 200 \text{ мм}$, начальная концентрация раствора в порах $C_0 = 5 \text{ кг/м}^3$. На границах пластины известны коэффициенты массоотдачи — слева $\beta_1 = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$, справа $\beta_2 = 0,5 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$, и концентрации омывающей жидкости $C_1 = 0,5 \text{ кг/м}^3$; $C_2 = 0,1 \text{ кг/м}^3$. Постройте конечно-разностный аналог уравнения диффузии на основе явной схемы ВВЦП. Используя равномерную сетку, рассчитайте нестационарное поле концентраций.

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

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Пример содержательной части экзаменационного билета:

1. Записать уравнение Пуассона в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.

2. Сформулировать теорему Лакса об эквивалентности (необходимое и достаточное условие сходимости разностной схемы).

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

а) печатные издания:

1. Гольцева, Л. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Базовый курс : учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" / Л. В. Гольцева, А. В. Козлов, А. Н. Полосин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. Электрон. текстовые дан. СПб. : [б. и.], 2012. 85 с.
2. Долгополов, Д. В. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений : Учебное пособие / Д. В. Долгополов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. прикл. математики. СПб. : [б. и.], 2012. 33 с.
3. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум : учебное пособие для бакалавров: учебное пособие для вузов по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев ; С.-Петербур. гос. электротехн. ун-т. 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. 295 с.
4. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие для втузов/ В. И. Киреев, А. В. Пантелеев; М.: Высшая школа, 2008. - 480 с.
5. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций : Учебное пособие для вузов по спец. 010200 "Прикладная математика и информатика" и по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" / В. А. Срочко. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 202 с.
6. Абиев, Р.Ш. Вычислительная гидродинамика и теплообмен / Р.Ш. Абиев; СПб: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 576 с.

б) электронные учебные издания⁷:

7. <https://reader.lanbook.com/book/122064#5>

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

1. учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
2. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) : Информационно-поисковая система - http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/
3. Строительный портал ВесьБетон - все о строительстве и производстве строительных материалов. - <http://www.allbeton.ru/>

электронно-библиотечные системы:

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

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

⁷ В т.ч. и методические пособия

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

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

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

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

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

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel) или LibreOffice;
Пакет прикладных программ MathCad 14.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. Справочно-информационная система поиска нормативных документов <http://gostrf.com/>
2. Строительные нормы и правила - СНИП.РФ. - <http://снип.рф/снип/>

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными 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 «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание ⁸	Этап формирования ⁹
ПК-1	Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования	промежуточный
ПК-4	Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования с целью обеспечения технологичности изделий и совершенствования процессов их изготовления	промежуточный

⁸ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁹ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.3 Способен выполнять расчеты тепло- и массообменных процессов в химико-технологическом оборудовании	(ЗН-1) Знает: Требования стандартов к оформлению научных отчетов	Ответы на вопросы №№ 1-3	Имеет общее представление о требованиях стандартов к оформлению научных отчетов	Имеет знания о требованиях стандартов к оформлению научных отчетов, но с некоторыми пробелами	Имеет детальные знания о требованиях стандартов к оформлению научных отчетов.
	(У-1) Умеет: Анализировать результаты выполненных численных исследований и формулировать обоснованные выводы по выполненным расчетам химико-технологического оборудования	Выполнение лабораторных работ	Имеет общее представление о результатах выполненных численных исследований, но не способен самостоятельно формулировать обоснованные выводы по выполненным расчетам	Умеет самостоятельно формулировать обоснованные выводы по выполненным расчетам, но с некоторыми недочетами	Умеет самостоятельно и детально формулировать обоснованные выводы по выполненным расчетам
	(Н-1) Владеет: навыками составления научных отчетов по выполненному заданию	Составление научных отчетов по лабораторным и практическим заданиям	Способен составлять научные отчеты только в общих чертах	Способен составлять научные отчеты, но с недочетами и небольшими отклонениями от стандартов	Способен самостоятельно составлять научные отчеты в соответствии со стандартами.
ПК-4.3 Моделирование технических объектов и	(ЗН-2) Знает: математические модели процессов, протекающих в технологическом	Ответы на вопросы №№ 4-71	Имеет общее представление о математических моделях процессов, начальных и граничных условиях	Имеет достаточно полное представление о математических моделях процессов, начальных и граничных условиях, но	Имеет детальное представление о математических моделях процессов, начальных и

технологических процессов с использованием стандартных пакетов проектирования и расчета	оборудовании, для оптимизации основных параметров проектируемого технологического оборудования, а также расширения технологических возможностей действующего оборудования			делает небольшие ошибки при формулировке задач	граничных условиях
	(У-2) Умеет: выполнять математическое моделирование технологических процессов, протекающих в машинах и аппаратах	Выполнение лабораторных работ	Способен выполнять математическое моделирование технологических процессов с подсказками преподавателя	Способен выполнять математическое моделирование технологических процессов с некоторыми недочетами	Способен самостоятельно выполнять математическое моделирование технологических процессов
	(Н-2) Владеет: современными методами расчета процессов тепло- и массопереноса в технологических машинах и оборудовании	Решение контрольных задач	Способен использовать некоторые современные методы расчета процессов тепло- и массопереноса	Способен использовать значительную часть современных методов расчета процессов тепло- и массопереноса, но с некоторыми ошибками	Способен корректно использовать значительную часть современных методов расчета процессов тепло- и массопереноса

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная («удовлетворительно », «хорошо», «отлично»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Стандарт на оформление выпускной квалификационной работы.
2. Основные требования стандарта на оформление отчета по НИР.
3. Содержание основных разделов отчета по НИР.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

4. Записать уравнение Лапласа в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
5. Записать уравнение Пуассона в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
6. Записать уравнение нестационарной теплопроводности в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
7. Записать уравнение нестационарной диффузии в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
8. Записать уравнение Фурье-Кирхгофа (нестационарной молекулярной и конвективной теплопроводности) в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
9. Записать одномерное волновое уравнение второго порядка в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
10. Записать уравнение Бюргерса с диффузионным членом в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
11. Сформулировать понятие задачи Коши. Привести пример.
12. Сформулировать понятие краевой задачи. Привести пример.
13. Сформулировать понятие нестационарной краевой задачи. Привести пример.
14. Что такое граничные условия первого рода? Привести пример постановки первой краевой задачи.
15. Что такое граничные условия второго рода? Привести пример постановки второй краевой задачи.
16. Что такое граничные условия третьего рода? Привести пример постановки третьей краевой задачи.
17. Что такое граничные условия четвертого рода? Привести пример постановки соответствующей краевой задачи.
18. Записать трехдиагональную матрицу системы линейных алгебраических уравнений. Каким методом эффективней всего решать такую систему?
19. Пояснить суть метода прогонки. Для чего она используется?
20. Сформулировать понятие невязки. Привести примеры.
21. Сформулировать понятие метрики.
22. Сформулировать понятие нормы. Привести примеры.
23. Дать определение чебышёвской нормы для конечномерных пространств.
24. Дать определение гильбертовой нормы для конечномерных пространств.
25. Что такое сходимость в среднем?
26. Что такое равномерная сходимость?
27. Смысл понятия "погрешность аппроксимации".
28. Перечислить методы построения конечно-разностных схем.
29. Пояснить суть метода построения конечно-разностных схем с помощью разложения в ряд Тейлора.
30. Пояснить суть метода контрольного объема.

31. Пояснить суть интегро-интерполяционного метода.
32. Дать определение сходимости разностных схем.
33. Сформулировать теорему Лакса об эквивалентности (необходимое и достаточное условие сходимости разностной схемы).
34. Сформулировать понятие согласованности разностной схемы.
35. Сформулировать понятие устойчивости разностной схемы.
36. Изобразить концептуальную связь между согласованностью, устойчивостью и сходимостью.
37. Сформулировать принцип максимума (признак устойчивости явных и неявных двухслойных линейных разностных схем).
38. Пояснить, что такое множитель роста и как он связан с потерей устойчивости.
39. Сформулировать признак устойчивости по Нейману.
40. Что такое консервативная разностная схема?
41. Привести примеры дивергентной и недивергентной формы записи уравнений.
42. Записать одномерное волновое уравнение второго порядка и уравнения его характеристик.
43. Изобразить линии, по которым распространяются возмущения (семейства характеристик) для одномерного волнового уравнения второго порядка. Записать уравнения характеристик.
44. Записать схему "крест" для одномерной задачи, описываемой волновым уравнением второго порядка.
45. Записать неявную схему с весами для одномерной задачи, описываемой волновым уравнением второго порядка.
46. Записать уравнение конвективного переноса для волны, распространяющейся вправо. Пояснить физический смысл слагаемых уравнения.
47. Записать уравнение конвективного переноса для волны, распространяющейся влево. Пояснить физический смысл слагаемых уравнения.
48. Пояснить понятие несогласованности начальных и граничных условий.
49. Записать схему "явный правый угол" для одномерного уравнения переноса.
50. Записать схему "явный левый угол" для одномерного уравнения переноса.
51. Записать явную четырехточечную схему "тренога" (схему Эйлера) для одномерного уравнения переноса.
52. Записать схему Лакса для одномерного уравнения переноса.
53. Записать схему "крест" для одномерного уравнения переноса.
54. Записать схему "чехарда" для одномерного уравнения переноса.
55. Записать схему "неявный левый угол" для одномерного уравнения переноса.
56. Записать схему "неявный правый угол" для одномерного уравнения переноса.
57. Записать схему "прямоугольник" для одномерного уравнения переноса.
58. Записать неявную схему Эйлера для одномерного уравнения переноса.
59. Записать схему Кранка-Николсона для одномерного уравнения переноса.
60. Записать (одношаговую!) схему Лакса-Вендроффа для одномерного уравнения переноса.
61. Записать схему Мак-Кормака для одномерного уравнения переноса.
62. Сформулировать свойство монотонности разностных решений.
63. Сформулировать свойство позитивности разностных решений. Привести примеры.
64. Сформулировать признак монотонности для явных двухслойных схем. Сформулировать сопутствующие замечания и теорему.
65. Сформулировать понятие первого дифференциального приближения конечно-разностной схемы.
66. Сформулировать понятие аппроксимационной вязкости. Привести примеры.
67. Что такое диссипация и как она проявляется в разностных решениях?
68. Что такое дисперсия и как она проявляется в разностных решениях?

- 69. Приемы решения линейных алгебраических уравнений в среде Mathcad.
- 70. Способы задания данных в среде Mathcad.
- 71. Способы вывода графиков в среде Mathcad.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

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