

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.11.2024 17:28:59
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
«20» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Направленность: Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **Механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины	4
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	5
4.2. Занятия лекционного типа	5
4.3. Занятия семинарского типа.....	8
4.3.1. Семинары, практические занятия	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	8
4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения	8
4.4.2. Контрольная работа	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	13
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
Приложение № 1	15
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Вычислительная механика»	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 ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
<p>ПК-1 Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки</p>	<p>ПК-1.5 Использование научно-технической информации в области вычислительной механики при анализе работоспособности оборудования</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-5 Способен планировать отдельные этапы научно-исследовательских работ, участвовать в проведении экспериментов на действующих машинах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований</p>	<p>ПК-5.5 Численные методы расчета параметров движения рабочих сред в технологических аппаратах</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 «Вычислительная механика» относится к части Блока 1 образовательной программы бакалавриата, формируемой участниками образовательного процесса (Б.1.В.11), изучается в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Материаловедение», «Механика жидкости и газа», «Алгоритмизация расчетов технологического оборудования».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Вычислительная механика» знания, умения и навыки необходимы для изучения дисциплин профессионального цикла, и могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
	8 сем
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	76
занятия лекционного типа	30
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия	40 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	68
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

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 параболического и эллиптического типов	2	2		8	ПК-1, ПК-5	ПК-1.5 ПК-5.5
2	Методы решения задач двумерных и трехмерных задач параболического типа	20	26		30		
3	Методы решения задач двумерных и трехмерных задач эллиптического типа	8	12		30		
	ИТОГО	30	40		68		

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная 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), 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

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма ⁵
1	<p>Введение. Введение. Уравнения параболического и эллиптического типов. Примеры некоторых уравнений параболического и эллиптического типов.</p>	2	ЛВ
2	<p>Методы решения задач двумерных и трехмерных задач параболического типа</p> <p>Двумерное уравнение теплопроводности. Методы решения двумерного уравнения теплопроводности. Продольно-поперечная схема (метод переменных направлений). Аппроксимация граничных условий Дирихле. Аппроксимация граничных условий Неймана. Переменный коэффициент теплопроводности. Анизотропная теплопроводность. Объемные источники. Обобщенная двухслойная схема. Метод переменных направлений для трехмерного случая. Локально-одномерная схема (метод дробных шагов). Уравнение конвекции и диффузии. Одномерное уравнение конвекции и диффузии. Стационарное уравнение конвекции и диффузии. Явные методы решения одномерного уравнения конвекции и диффузии. Неявные методы решения одномерного уравнения конвекции и диффузии. Методы решения обобщенного одномерного уравнения диссипации, конвекции и кинетики. Метод Патанкара.</p>	20	ЛВ

(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
3	<p><i>Методы решения задач двумерных и трехмерных задач эллиптического типа</i></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>	8	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Введение. Определение уравнений параболического и эллиптического типов.	2		МК
2	Методы решения задач двумерных и трехмерных задач параболического типа. Решение двумерного уравнения теплопроводности.	26	2	МК
3	Методы решения задач двумерных и трехмерных задач эллиптического типа. Решение уравнения Лапласа или Пуассона.	12	2	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.	8	Устный опрос
2	Одномерное уравнение Бюргера для вязкого течения и методы его решения.	30	Устный опрос
3	Двумерное уравнение конвекции и диффузии и методы его решения.	30	Устный опрос

4.4.2. Контрольная работа ⁶

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

Контрольная работа состоит из следующих разделов:

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

- 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. Рассмотреть процесс нестационарного теплообмена для пластины (см. рисунок 1), теплоизолированной снизу и справа, и частично — сверху. Начальная температура пластины $T_0 = 293$ К, ее ширина $L = 0,02$ м, высота $H = 0,03$ м. В направлении, перпендикулярном к плоскости схемы, температура не меняется (плоская задача). Теплофизические свойства пластины: плотность $\rho = 2800$ кг/м³, теплоемкость $C = 2000$ Дж/(кг·К), коэффициент теплопроводности $\lambda = 1,7$ Вт/(м·К). Левая грань и правая половина верхней грани ("окно") омываются жидкостью, имеющей температуру соответственно $T_1 = 393$ К и $T_2 = 343$ К с коэффициентами теплоотдачи соответственно $\beta_1 = 6000$ Вт/(м²·К) и $\beta_2 = 4000$ Вт/(м²·К). Необходимо найти нестационарное поле температур и рассчитать продолжительность процесса стабилизации температуры в пластине.

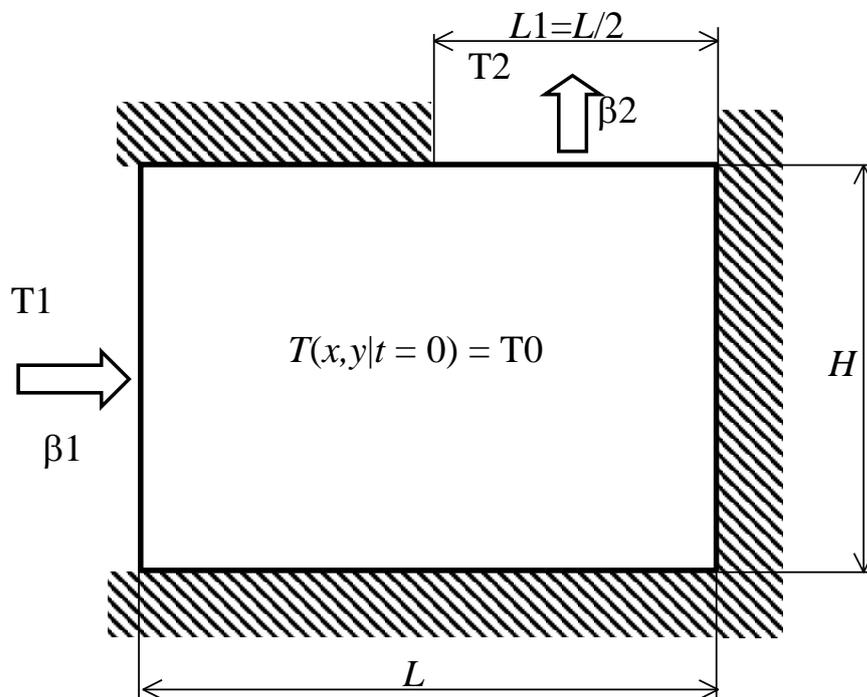


Рисунок 1. К вариантам 1 и 2.

Вар. 2. Рассмотреть процесс нестационарного теплообмена для пластины, описанной в вар. 1 (см. рисунок 1). Теплофизические свойства и размеры пластины, а также начальное условие — те же, однако граничные условия — нестационарные. Левая грань и правая половина верхней грани ("окно") омываются жидкостью, температура которой меняется

соответственно по законам: $T_{10}(t) = T_0 + \Delta T_1 \cdot [1 - \exp(-\sigma t)]$ и $T_{20}(t) = T_2 - \Delta T_2 \cdot \sin(\omega t) \cdot \exp(-\eta t)$, где $T_1 = 393 \text{ К}$, $T_2 = 343 \text{ К}$, $\Delta T_1 = T_1 - T_0 = 100 \text{ К}$, $\Delta T_2 = 50 \text{ К}$, $\sigma = 0,01 \text{ с}^{-1}$, $\omega = 0,05 \text{ с}^{-1}$, $\eta = 0,003 \text{ с}^{-1}$, с коэффициентами теплоотдачи соответственно $\beta_1 = 60000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и $\beta_2 = 40000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Необходимо найти нестационарное поле температур и рассчитать продолжительность процесса стабилизации температуры в пластине.

Вар. 3. Труба длиной $L = 4 \text{ м}$, разделенная на две равные части задвижкой, соединяет два резервуара, заполненные водой (рисунок 2). В резервуаре слева от задвижки находится горячая вода с температурой $T_1 = 100^\circ\text{С}$, а в резервуаре справа — холодная с температурой $T_0 = 20^\circ\text{С}$. После открывания задвижки жидкость начинает перетекать с постоянной скоростью $c = 10^{-7} \text{ м}/\text{с}$ слева направо. Рассчитать нестационарное поле температур по длине трубы, считая задачу одномерной, на временном интервале $[0; 0,2L/c]$. Режим течения ламинарный, теплопроводность трубы считать равной нулю. Теплофизические свойства воды: плотность $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельную теплоемкость $C = 4190 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, теплопроводность $\lambda = 0,67 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ — считать постоянными величинами.

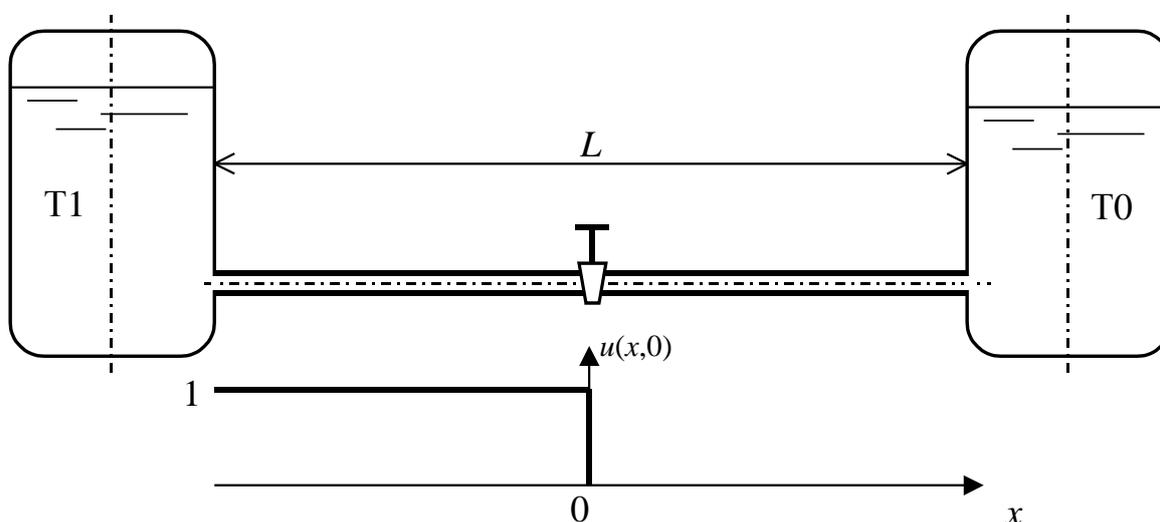


Рисунок 2. К варианту 3.

Вар. 4. Фильтр с неподвижным зернистым слоем имеет поперечное сечение, показанное на рис. 3. Заштрихованные поверхности непроницаемы. Жидкость вводится через поверхность А, выводится через поверхности В и С. Предполагая фильтрацию ламинарной и подчиняющейся закону Дарси $\vec{v} = -a_\phi \text{ grad } p$, найдите распределение давлений и скоростей в слое. Коэффициент фильтрации зернистого слоя $a_\phi = 4 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/(\text{Па} \cdot \text{с})$. Толщина слоя (в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка) — 1,5 м. Действием массовых сил пренебречь.

Граничные условия имеют вид:

- а) Давления на поверхностях: А — $p_A = 2 \text{ ати}$, В — $p_B = 1 \text{ ати}$; С — $p_C = 1,2 \text{ ати}$.
- б) Давление на поверхности А — $p_A = 2,2 \text{ ати}$, расходы жидкости через поверхности В и С равны соответственно $Q_B = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_C = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$.
- в) Средняя скорость жидкости, фильтрующейся через поверхность А, равна $v_A = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}/\text{с}$, давления на поверхностях В и С равны соответственно $p_B = 1,3 \text{ ати}$, $p_C = 1,8 \text{ ати}$.

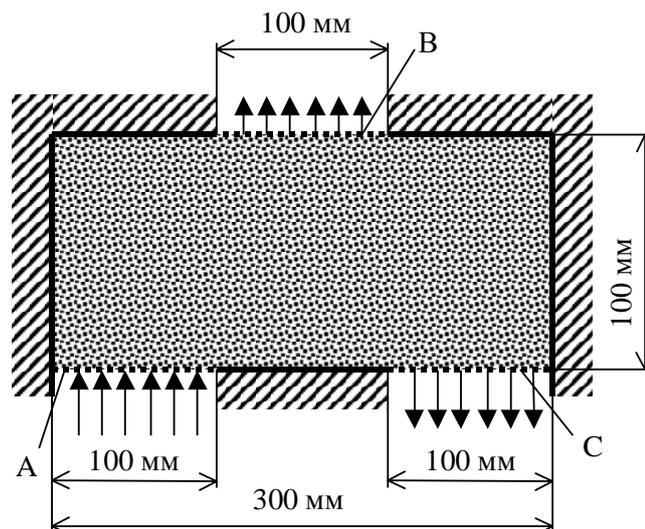


Рисунок 3. К варианту 4.

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 зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче зачета 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 билета:

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

2. Метод Патанкара для решения уравнений конвекции и диффузии.

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

а) печатные издания:

1. 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.
2. 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.-Петерб. гос. электротехн. ун-т. 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. 295 с.

б) электронные учебные издания⁷:

3. Копылов А.З. Моделирование течений средствами САПР» (Копылов, А. З. Моделирование течений средствами САПР : учебное пособие / А. З. Копылов, В. И. Осипов, В. А. Цветков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122064> (дата обращения: 29.01.2022). — Режим доступа: по подписке.
4. «Янчуковская Е. В. Моделирование тепловых процессов в химической технологии. Примеры и задачи» (Янчуковская, Е. В. Моделирование тепловых процессов в химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / Е. В. Янчуковская. — Иркутск : ИРНТУ, 2018. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217178> (дата обращения: 29.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

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» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Вычислительная механика» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

⁷ В т.ч. и методические пособия

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 приходиться, 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/snip/>

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 «Вычислительная механика»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание ⁸	Этап формирования ⁹
ПК-1	Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации , отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки	промежуточный
ПК-5	Способен планировать отдельные этапы научно-исследовательских работ , участвовать в проведении экспериментов на действующих машинах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований	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-1.5 Способен к использованию научно-технической информации в области вычислительной механики при анализе работоспособности оборудования	(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 практических заданий	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 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-5.5 Численные методы расчета параметров	(ЗН-2) Знает: математические модели процессов, протекающих в технологическом	Ответы на вопросы №№ 4-38	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

движения рабочих сред в технологических аппаратах	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 практических заданий	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):

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

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-5:

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 Фурье-Кирхгофа (нестационарной молекулярной и конвективной теплопроводности) в декартовых координатах. Объяснить физический смысл всех слагаемых.
7. Невязкое уравнение Бюргерса: первый, второй, третий и четвертый случаи.
8. Невязкое уравнение Бюргерса: Метод Лакса.
9. Невязкое уравнение Бюргерса: Метод Лакса-Вендроффа.
10. Невязкое уравнение Бюргерса: Метод Мак-Кормака.
11. Невязкое уравнение Бюргерса: Неявные методы.
12. Параболические уравнения, краевые задачи и свойства решений.
13. Качественные свойства решений параболических ДУЧП.
14. Явные схемы для одномерного уравнения теплопроводности.
15. Неявные схемы для одномерного уравнения теплопроводности: Простой неявный метод, метод Кранка-Николсона.
16. Неявные схемы для одномерного уравнения теплопроводности: Обобщенная двухслойная схема и ее свойства.
17. Неявные схемы для одномерного уравнения теплопроводности: Обобщенная трехслойная неявная схема.
18. Неявные схемы для одномерного уравнения теплопроводности: Наилучшая двухслойная схема для одномерного уравнения теплопроводности.
19. Наилучшая схема для одномерного уравнения теплопроводности в цилиндрических и сферических координатах.
20. Методы решения нелинейного уравнения теплопроводности.
21. Методы решения двумерного уравнения теплопроводности: Продольно-поперечная схема (метод переменных направлений).
22. Методы решения двумерного уравнения теплопроводности: Обобщенная двухслойная схема (метод Дугласа-Ганна).

23. Методы решения двумерного уравнения теплопроводности: Локально-одномерная схема (метод дробных шагов).
24. Метод переменных направлений для трехмерного уравнения теплопроводности.
25. Явные методы решения одномерного уравнения конвекции и диффузии.
26. Неявные методы решения одномерного уравнения конвекции и диффузии.
27. Метод Патанкара для нестационарного одномерного уравнения конвекции и диффузии.
28. Двумерное уравнение конвекции и диффузии: Явные схемы.
29. Двумерное уравнение конвекции и диффузии: Неявные схемы.
30. Двумерное уравнение конвекции и диффузии: Метод Патанкара.
31. Одномерное уравнение Бюргерса для вязкого течения: Метод разностей вперед по времени и центральных разностей по пространству (ВВЦП), схема Браиловской, метод Аллена-Чена, метод Мак-Кормака.
32. Одномерное уравнение Бюргерса для вязкого течения: Неявные схемы.
33. Конечно-разностные методы решения эллиптических уравнений: Пятиточечная схема Рунге, девятиточечная схема, диагональная пятиточечная схема.
34. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: методы последовательной верхней и нижней релаксации.
35. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: Метод чередующихся движений по столбцам и строкам.
36. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: Метод Писмена-Ракфорда.
37. Понятие о характеристиках уравнений в частных производных. Уравнение характеристик для гиперболических систем.
38. Алгоритм решения методом характеристик гиперболического уравнения теплопроводности.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, 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 СПб ГТИ(ТУ) 016-2015 . КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.