

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 25.07.2023 21:14:10
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
« 02 » декабря 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **Механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент А.Ю.Иваненко

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование физико-химических процессов» обсуждена на заседании кафедры Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

протокол от « 27 » 10 2021 № 4
Заведующий кафедрой

Р.Ш.Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от « 30 » 11 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.	7
4.3.1. Семинары, практические занятия.	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.	8
Контрольные задачи «Численный эксперимент – определение коэффициента гидравлического сопротивления».	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.	13
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-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	14
Приложение № 1.....	15
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Математическое моделирование физико-химических процессов»	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 принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования</p>	<p>ПК-1.1 Контроль соблюдения требований нормативно-технической документации</p>	<p>Знать: Основные требования ЕСКД и других нормативных документов по оформлению проектной документации (ЗН-1); Уметь: оформлять законченные проектно-конструкторские работы (У-1); Владеть: навыками разработки и оформления проектно-технической документации (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-4.1 Разработка с использованием систем автоматизированного проектирования (САД-системы) и систем инженерного анализа, расчета и моделирования технологических процессов (САЕ-системы)</p>	<p>Знать: Современные методы проведения численных экспериментов в исследовании технологического процесса (ЗН-2); Уметь: Определять цели и задачи численного моделирования технологических процессов (У-2); Владеть: Навыками работы с современными программными комплексами численного моделирования в области прочностного анализа, гидродинамики, тепло-массопереноса (Н-2).</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

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы⁴.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.02) и изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Информатика», «Автоматизация инженерных расчетов», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы», «Гидромеханика неоднородных сред».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование физико-химических процессов» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	12
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	8 (в т.ч. 4 пр.п)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	92
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	2 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (4)

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 в математическое моделирование	1	-		-	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1
2	Основные составляющие части программных комплексов численного моделирования	1			32		ПК-4.1
3	Основные этапы решения вычислительной задачи.	2	8		60		ПК-4.1
	ИТОГО	4	8		92		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма ⁵
1	Введение в математическое моделирование. Цели и задачи математического моделирования в вычислительной гидродинамике (CFD). Конечно-разностные методы численного интегрирования дифференциальных уравнений. Начальные и граничные условия.	1	ЛВ

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 (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
2	Основные составляющие части программных комплексов численного моделирования и их назначение - препроцессор, блок расчета уравнений, постпроцессор. Построение геометрической основы задачи — расчетной области. Требования к расчетной области, приемы и методы построения геометрической модели в CAD-системах.	1	ЛВ, МК
3	Основные этапы решения вычислительной задачи. Виды граничных условий. Управление параметрами решателя FLOW VISION. Модели турбулентности их особенности и отличия. Основы моделирования стационарных и нестационарных процессов, сопряженного теплообмена. Визуализация результатов расчета. Анализ получаемых результатов	2	ЛВ, КТСм

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	Знакомство с программно-вычислительным комплексом Flow Vision – решаемые задачи, возможности, особенности пользовательского интерфейса.	1		
3	Построение геометрической модели задачи — расчетной области с помощью пакетов 3D проектирования (на примере Компас 3D).	1		МК
3	Задание граничных условий. Генерация расчетной сетки. Задание параметров метода численного моделирования Контроль ошибок.	2		

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационна я форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	Решение типовой задачи моделирования гидродинамики течения среды в аппарате.	4	4	МК Групповое решение задачи

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя проработку лекционного материала с использованием учебной литературы и выполнение расчетно-графической работы.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Виды физических и математических моделей, решаемых в системе Flow Vision. Модели турбулентности их особенности и отличия. Виды граничных условий и способы их постановки.	32	Устный опрос
4	Постановка задачи численного моделирования химико-технологического аппарата на конкретном примере. Выполнение РГР	60	Решение КР в письменном виде

4.4.2. Примеры контрольных задач

Практические занятия проводятся в компьютерном классе института с помощью установленного программного обеспечения (Flow Vision Student Edition).

Контрольные задачи «Численный эксперимент – определение коэффициента гидравлического сопротивления циклона» и «Численный эксперимент – определение коэффициента гидравлического сопротивления трубы переменного сечения»

Индивидуальное задание №1

Рассчитать зависимость гидравлического сопротивления циклона в интервале расходов газа (0.2 – 3) $v_{опт}$. Результат представить в виде графика $\Delta P = F(Q_r)$.

Кривую аппроксимировать зависимостью вида $\Delta P = \zeta \frac{\rho U_{пр}^2}{2}$, определить коэффициент гидравлического сопротивления ζ .

Вариант	Циклон	Dy
1.1	ЦН-11	200
1.2	ЦН-15	300
1.3	ЦН-15у	400
1.4	ЦН-24	500
1.5	СДК-ЦН-33	200
1.6	СК-ЦН-34	300
1.7	СК-ЦН-34	600
1.8	ЦН-11	100
1.9	ЦН-15	150
1.10	ЦН-24	200

Соотношение размеров (в долях диаметра D) циклонов НИИОГАЗ и параметры, определяющие их эффективность

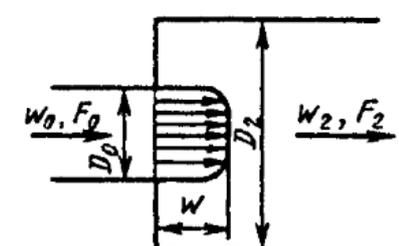
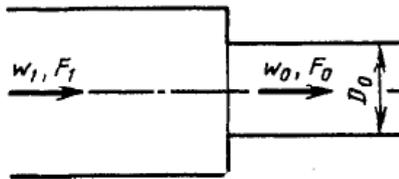
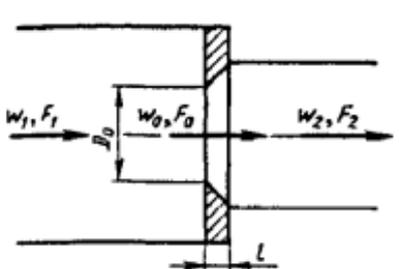
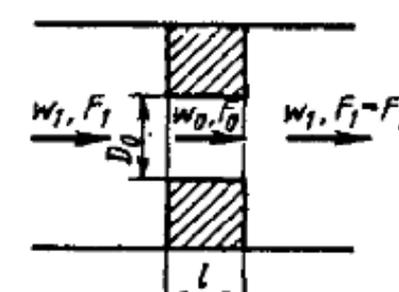
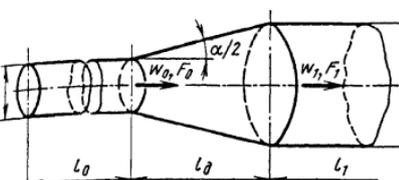
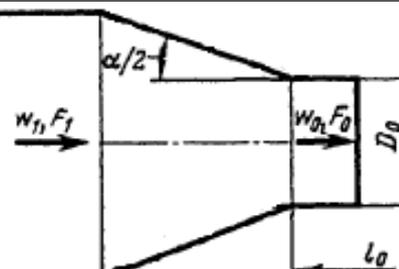
Размер (см. рис. 1-2) и параметр	Тип циклона						
	ЦН-11	ЦН-15	ЦН-15у	ЦН-24	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34М
d_T	0,60				0,334	0,340	0,220
d_1	0,3–0,4					0,229	0,180
b	0,20				0,264	0,214	
a	0,35				0,42	0,40	0,32
$H_{ц}$	2,08	2,26	1,51	2,11	0,535	0,515	0,40
H_k	2,00		1,50	1,75	3,000	2,110	2,60
H	4,38	4,56	3,31	4,26	3,800	3,140	—
$h_{фл}$	0,24–0,32				0,1		
$v_{опт}, \text{ м/с}$	3,5			4,5	2,0	1,7	2,0

$v_{опт}$ - условная осевая скорость газа, отнесенная к полному сечению аппарата.

Индивидуальное задание №2

Для заданной геометрии определить зависимость коэффициента местного сопротивления ξ от числа Рейнольдса Re в указанном в индивидуальном варианте диапазоне.

Расчетные схемы.

№	Тип элемента	Схема	Диапазон чисел Рейнольдса	Страница [1]
1	Внезапное расширение с равномерным распределением скоростей		$3,3 \cdot 10^3 - 10^4$	158
2	Внезапное сужение		$10^4 - 10^5$	165
3	Дифрагма с острыми кромками на переходном участке		$10^4 - 10^5$	167
4	Дифрагма с утолщенными краями в прямой трубе		$10^5 - 5 \cdot 10^5$	170
5	Диффузор круглого сечения		$0,5 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^5$	211
6	Конфузор круглого сечения		$10^5 - 5 \cdot 10^5$	249

Примечание: Недостающие размеры и данные смотри в [1] на страницах, указанных для каждой схемы.

Таблица 2. Размеры исследуемых геометрических элементов по вариантам

№ варианта	Схема	D_1	α	L	F_0/F_1	F_0/F_2
1	1	50	-	-	-	0,2
2	1	60	-	-	-	0,7
3	2	75	-	-	0,6	-
4	2	80	-	-	0,2	-
5	3	50	-	$0,015D_0$	0,2	0,4
6	3	75	-	$0,01D_0$	0,5	0,6
7	4	100	-	$0,2D_0$	0,7	-
8	4	25	-	$0,4D_0$	0,25	-
9	5	50	30	-	0,25	-
10	5	100	60	-	0,5	-
11	6	75	60	-	0,39	-
12	6	50	40	-	0,25	-

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 Медиа: <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. Зачет ставится студенту на основании выполненных расчетно-графических работ и ответов на контрольные вопросы. Каждому студенту предлагается по 2 вопроса, время на подготовку к устному ответу – до 30 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) печатные издания:

1. Высоцкий, Л.И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости : учебное пособие / Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий. - 2-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 59 с.

б) электронные учебные издания⁶:

2. Иваненко А.Ю. Основы обработки и анализа экспериментальных данных научных исследований : учебное пособие / А. Ю. Иваненко, М. А. Яблокова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. инж. проектирования. - Электрон. текстовые дан. - СПб.:2015. - 115 с. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Тур А. В. Численные методы решения задач гидродинамики аппаратов [] : Практикум / А. В. Тур ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 68 с. : цв. ил. - Библиогр.: с. 67. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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/>.

⁶ В т.ч. и методические пособия

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Математическое моделирование физико-химических процессов» 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 016-2014. 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 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.

Компас 3D V16 учебный класс на кафедре Инженерного проектирования
Программный комплекс FlowVision.
Математический пакет 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-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

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

Для проведения практических 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 «Математическое моделирование физико-химических процессов»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка⁷	Этап формирования⁸
ПК-1	Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах 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

⁷ **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

⁸ 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-1.1. Контроль соблюдения требований нормативно-технической документации	(ЗН-1) Знает: Основные требования ЕСКД и других нормативных документов по оформлению проектной документации	Ответы на вопросы 1-5	Имеет общее представление о назначении нормативной литературы.	Знает основные требования ЕСКД и других нормативных документов	Имеет представление о теоретических основах гидромеханики неоднородных сред, способен самостоятельно предложить алгоритмы решения задач гидромеханики.
	(У-1) Умеет: оформлять законченные проектно-конструкторские работы.	Ответы на вопросы 5-9	Слабо ориентируется в классификации нормативных документов.	Умеет оформлять законченные проектно-конструкторские работы	Умеет самостоятельно выбирать методы и проводить исследования физико-механических свойств неоднородных сред.
	(Н-1) Владеет: навыками разработки и оформления проектно-технической документации.	Ответы на вопросы 4-7 Выполнение РГР	Не различает обязательные (регламентирующие) и рекомендательные виды нормативных документов	Способен выполнять расчеты и проектировать технологическое оборудование для гидромеханических процессов.	Способен самостоятельно находить оптимальные проектные решения при проектировании технологического оборудования.

Код и наименование	Показатели сформированности	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
--------------------	-----------------------------	---------------------	--

индикатора достижения компетенции	(дескрипторы)		«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.1. Разработка с использованием систем автоматизированного проектирования (САД-системы) и систем инженерного анализа, расчета и моделирования технологических процессов (САЕ-системы)	(ЗН-2) Знает: Методы моделирования гидромеханических и тепло-массообменных процессов	Ответы на вопросы 5-12	Имеет общее представление о методах моделирования гидромеханических и тепло-массообменных процессов.	Знаком с теоретическими основами математического моделирования гидромеханических и тепло-массообменных процессов	Знает алгоритмы решения уравнений массо- и энергопереноса методом конечных разностей, способен самостоятельно предложить алгоритмы решения задач.
	(У-2) Умеет: Поставить задачи численного моделирования трехмерных течений жидкости и газа, анализа процессов тепло- и массопереноса	Ответы на вопросы 13-20 Выполнение РГР	Способен поставить задачу численного моделирования только для типовых задач по имеющемуся алгоритму.	Умеет решать задачу численного моделирования в системе инженерного анализа (САЕ-системе).	Умеет самостоятельно поставить задачу численного моделирования в системе инженерного анализа (САЕ-системе).
	(Н-2) Владеет: Навыками анализа результатов численного моделирования	Ответы на вопросы 21-23 Выполнение РГР	Способен анализировать только результаты решения стандартных (типовых) задач.	Способен провести анализ полученного численного решения.	Владеет навыками анализа результатов численного моделирования и их интерпретацией.

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.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

1. Понятие математической модели физического процесса. Виды моделей в пакете FlowVision.
2. Численное моделирование (симуляция) сложных термо- и гидродинамических процессов.
3. Внешние и внутренние, ламинарные и турбулентные течения жидкости.
4. Классификация современного программного обеспечения для решения задач инженерного анализа.
5. Назначение и возможности пакета Flow Vision для моделирования трёхмерных стационарных и нестационарных течений жидкости и газа, процессов тепло-массопереноса.
6. Этапы решения задач ВГ: математическая модель, сеточная модель области.
7. Конечно-разностные методы численного интегрирования дифференциальных уравнений.
8. Начальные и граничные условия – виды и способы задания.
9. Назначение и общая характеристика вычислительных возможностей пакетов прикладных программ для моделирования механики жидкости и газа (на примере FlowVision)
10. Базовые модели FlowVision – ламинарное и турбулентное течение несжимаемых и сжимаемых сред, модели теплопередачи.
11. Специальные модели FlowVision – модель зазора
12. Специальные модели FlowVision – модель пористого тела.
13. Понятие математической модели процесса. Основные этапы решения вычислительной задачи
14. Построение геометрической модели рабочей области. Требования к геометрической модели.
15. Виды граничных условий для моделей ламинарного течения несжимаемой жидкости
16. Виды граничных условий для моделей турбулентного течения несжимаемой жидкости.
17. Виды граничных условий для течений сжимаемого газа.
18. Виды граничных условий для моделей теплообмена и массообмена.
19. Связывание граничных условий для сопряженных задач гидродинамики и теплообмена.
20. Построение расчетной сетки. Требования к расчетной сетке.
21. Визуализация скалярных переменных. Метод заливки, двумерный график, построение изоповерхности.
22. Визуализация векторных величин. Слои визуализации с анимацией.
23. Анализ численного решения, оценка погрешностей.

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 30 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.