

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 19:24:34  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ГИДРОМЕХАНИКА НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД**  
**(начало подготовки – 2016 год)**

Направление подготовки  
**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Направленности программы бакалавриата

**Проектирование, эксплуатация и диагностика  
технологических машин и оборудования**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **Механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2016

Б1.В.03

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Гидромеханика неоднородных сред» обсуждена на заседании кафедры Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ № \_\_  
Заведующий кафедрой

Р.Ш.Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ № \_\_  
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

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.</b> .....	4
<b>2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.</b> .....	5
<b>3. Объем дисциплины.</b> .....	5
<b>4. Содержание дисциплины.</b> .....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	6
4.2. Занятия лекционного типа. ....	6
4.3. Занятия семинарского типа. ....	8
4.3.1. Семинары, практические занятия. ....	8
4.3.2. Лабораторные занятия. ....	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся. ....	9
4.4.1. Темы контрольных задач для самостоятельного выполнения. ....	10
4.4.2. Темы презентаций для коллективного обсуждения. ....	12
<b>5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.</b> .....	12
<b>6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации</b> .....	12
<b>7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.</b> .....	14
<b>8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.</b> .....	14
<b>9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.</b> .....	15
<b>10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.</b> .....	15
10.1. Информационные технологии. ....	15
10.2. Программное обеспечение. ....	15
10.3. Информационные справочные системы. ....	15
<b>11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.</b> .....	16
<b>12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.</b> .....	16
Приложение № 1.....	17
<b>Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Гидромеханика неоднородных сред»</b> .....	17
<b>Примеры заданий для курсового проекта</b> .....	18

## 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:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-5</b>	Способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы моделирования физических явлений, составляющих предмет дисциплины, и определяющих суть технологического процесса химической технологии;</p> <p><b>Уметь:</b> Решать задачи гидромеханики, в том числе с использованием итерационных и приближенных методов вычислений;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения задач гидромеханики с использованием современных программно-вычислительных комплексов.</p>
<b>ПК-6</b>	Способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<p><b>Знать:</b> Основные требования ЕСКД и других нормативных документов по оформлению проектной документации;</p> <p><b>Уметь:</b> оформлять законченные проектно-конструкторские работы;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки и оформления проектно-технической документации.</p>
<b>ПК-16</b>	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы экспериментального анализа дисперсных свойств неоднородных сред;</p> <p><b>Уметь:</b> проводить экспериментальные исследования физико-механических свойств неоднородных сред;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения задач гидромеханики с использованием современных программно-вычислительных комплексов.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.03) и изучается на 2 и 3 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Теоретическая механика», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Гидромеханика неоднородных сред» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении курсовых проектов и выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>20</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	4
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>147</b>
в т.ч. курсовой проект	<b>100</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)</b>	<b>Контр.работы-2</b>
<b>Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)</b>	<b>КП, зачет, экзамен</b>

<sup>1</sup> 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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1-я часть (2-й курс)						
1	Морфологические и дисперсионные свойства неоднородных сред	1				ПК-16
2	Движение одиночных частиц.	1	2			ПК-5
3	Взаимопроникающие континуальные среды.	2	2		32	ПК-5
2-я часть (3-й курс)						
4	Дробление и измельчение твёрдых материалов	2	4		60	ПК-5 ПК-6
5	Механика зернистых сред	2		4	55	ПК-5
	ИТОГО	8	8	4	147	

### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Морфологические и дисперсионные свойства неоднородных сред.</b> Пространственные соотношения долей компонентов и его следствия. Форма и размеры дисперсных частиц. Распределение частиц по размерам. Структура капиллярно-пористых сред.</p> <p>Экспериментальный анализ дисперсных свойств неоднородных сред. Визуальные методы. Рассев. Седиментационные методы. Гидроаэродинамические методы. Методы фильтрации.</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b>Движение одиночных частиц.</b> Установившееся движение твердых частиц. Влияние формы частиц на их движение. Неустановившееся движение твердых частиц. Движение капель и пузырей газа. Влияние градиента давления в потоке на движение частиц. Обтекание частиц в пристенном слое.</p> <p>Сепарация неоднородных систем. Сепарация эмульсий; суспензий и газожидкостных систем. Сепарация в центробежном поле.</p> <p>Конструкция промышленных сепараторов.</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
4	<p><b>Взаимопроникающие континуальные среды.</b> Гидродинамика псевдооживленного слоя. Расчет аппаратов с псевдооживленным слоем.</p> <p>Пневматический транспорт - Принципы расчёта и проектирования установок пневмотранспорта (пневмотранспорт с высокой и низкой концентрацией материала, струйные насосы, камерные и пневмовинтовые питатели, пневморазгрузчики). Аэрожелоба с псевдооживленным слоем.</p>	2	Слайд-презентация, групповое решение задачи
	<p>Фильтрация жидкости и газа Удельная сила межфазного сопротивления при течении жидкости в пористом теле. Постановка фильтрационных задач в капиллярно-пористом теле. Фильтрация газов. Расчет фильтров.</p>	2	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	<b>Дробление и измельчение твёрдых материалов.</b> Основные приемы дробления твердых тел. Основные приемы помола твердых тел. Классификация машин для дробления и измельчения. Дробилки валковые, щёковые, конусные, молотковые, роторные, виброщёковые и конусные инерционные. Особенности конструкции. Основы расчета основных узлов и деталей машин для дробления. Расчет мощности дробилок Мельницы для тонкого помола твёрдых материалов. Работа и мощность измельчения. Классификация мельниц. Барабанные мельницы, особенности конструкции. Основы расчета основных узлов и деталей. Общие принципы построения технологических комплексов, критерии оптимизации. Разработка технологических схем. Условные обозначения и требования ЕСКД.	8	Слайд-презентация, Учебный фильм, групповая дискуссия

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
4	Микроскопический анализ сыпучих материалов	2	
4	Ситовой анализ сыпучих материалов	2	



#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
<b>1-я часть (2-й курс)</b>			
1	Физико-механические свойства зернистых материалов. Оформление отчетов по лабораторным работам, обработка и анализ результатов.	7	Защита отчетов
2	Контрольная задача № 1. Расчет аппарата с псевдооживленным слоем.	20	Решение контрольных задач в письменном виде
3	Контрольная задача № 2 Расчет фильтра	20	
<b>2-я часть (3-й курс)</b>			
6	Построение схемы дробильно-сортировочного цеха. Подбор основного и вспомогательного оборудования. Расчет бункеров и силосов для хранения сыпучих материалов.	100	Пояснительная записка и чертежи курсового проекта
	ИТОГО	147	

#### 4.4.1. Темы контрольных задач для самостоятельного выполнения

### Задания на контрольные работы

#### Контрольная работа № 1

Определить диаметр аппарата псевдоожиженного (взвешенного) слоя силикагеля, его гидравлическое сопротивление, параметры взвешенного слоя (порозность и высоту) при следующих условиях работы аппарата. Расход воздуха (давление – атмосферное, температура – 600С) составляет  $V$  м<sup>3</sup>/час; расход силикагеля  $G$  кг/час; среднее время пребывания частиц в слое  $T$  мин.; число псевдоожижения  $K_w$ ; плотность силикагеля 1100 кг/м<sup>3</sup>; насыпная плотность слоя частиц 650 кг/м<sup>3</sup>; ситовой состав частиц силикагеля:

Фракция, мм	0,25 – 0,5	0,5 – 1,0	1,0 -1,5	1,5 - 2,0	2,0 – 3,0
Массовая доля, %	8	23	26	27	16

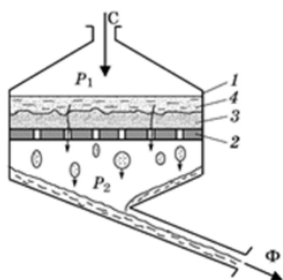
Гидравлическим сопротивлением опорной решетки пренебречь. Вариант задания выбирается по последней цифре зачетки. Руководствоваться приведенной в главе 4 рекомендованной методикой расчета аппарата с псевдоожиженным слоем (стр 25).

#### Варианты заданий

Последняя цифра зачетки	$V$ , м <sup>3</sup> /час	$G$ , кг/час	$T$ , мин.	$K_w$
0	3500	800	8	1,4
1	3700	1000	9	1,5
2	3900	1200	10	1,6
3	4100	1400	12	1,7
4	4300	1600	14	1,8
5	3200	1800	8	1,3
6	3400	2000	10	1,4
7	3600	2200	12	1,5
8	3800	2400	14	1,6
9	2600	600	6	1,7

## Контрольная работа № 2

В фильтр диаметрами  $D=0.8$  м (см. рис.) с помощью при постоянном давлении  $\Delta P$  подается суспензия с концентрацией частиц  $C_ч$ . Известны: размер частиц  $\delta=50$  мкм, плотность частиц  $\rho_2=2500$  кг/м<sup>3</sup> плотность  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup> и вязкость  $\mu=10^{-3}$  Па·с жидкости, а также пористость осадка  $\epsilon_{ос}=0.4$ . Осадок несжимаем. Сопротивление фильтрующей подложки  $R_{ФП}=2 \cdot 10^9$  1/м. Определить время, в течение которого высота слоя осадка достигнет значения  $H = 0.5$  м.



**Фильтр периодического действия:**

1 – корпус; 2 – проницаемая для жидкой фазы перегородка; 3 – слой осадка; 4 – слой суспензии;  
С – суспензия; Ф – фильтрат

### Варианты заданий

Последняя цифра зачетки	$\Delta P$ , атм	$C_ч$ , кг/м <sup>3</sup>	$\delta$ , мкм
0	3.0	350	50
1	2.5	370	100
2	2.0	390	50
3	1.5	410	100
4	3.0	430	50
5	2.5	450	100
6	2.0	480	50
7	1.5	500	100
8	3.0	550	50
9	2.5	600	100

#### 4.4.2. Темы презентаций для коллективного обсуждения

№ раздела дисциплины	Содержание слайд-презентации	Вопросы для коллективного обсуждения, коллективного решения технической задачи
1	Приборы и средства измерения дисперсионных свойств сыпучих материалов	Критерий выбора технических средств измерений для конкретных случаев.
2	Внутренние устройства сепараторов (коалесцеры, входные распределители потока и пр.)	Критерии оптимального выбора внутренних устройств
3	Оптимальный выбор типового оборудования для установок пневматического транспорта.	Аппаратурное оформление установок пневматического транспорта. Коллективное решение типовой задачи
4	<i>Дробление и измельчение.</i> Особенности конструкции современных типов машин для дробления – виброщёковых и конусно-инерционных дробилок.	Достоинства и недостатки отдельных типов дробилок. Критерий оптимального выбора технологического оборудования.

#### 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 полностью решённых контрольных задач.

В процессе обучения на 3-м курсе студенты выполняют курсовой проект.

Промежуточная аттестация по дисциплине на 3-м курсе проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля, в том числе защитившие курсовой проект.

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

При сдаче экзамена студент получает один вопрос из перечня вопросов и одну задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта экзаменационного билета:

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет)**

---

Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

**ГИДРОМЕХАНИКА НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД**

Билет № 1

- 1) Установившееся движение твердых частиц. Влияние формы частиц на их движение.
- 2) Определить скорость фильтрации воды через песчаный фильтр толщиной 20 см. Давление воды на входе равно  $P_1 = 0.2$  атм, вязкость воды принять равной  $\mu = 0.001$  Па·с, средний размер песчинок  $\delta = 0.5$  мм, порозность слоя  $\varepsilon = 0.45$ .

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) основная литература:**

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2-х кн. : учебник для химико-технологических специальностей вузов / Ю. И. Дытнерский. - Стер. изд. - [3-е изд.]. - М. : Альянс, 2015. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - 2015. - 400 с.
2. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и спец. "Химическая технология" / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. - 3-е изд., испр. - СПб. : Химиздат, 2010. - 543 с.

### **б) дополнительная литература:**

3. Поникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов по спец. "Машины и аппараты химических производств" направления "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" и спец. "Оборудование и агрегаты нефтегазового производства" / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Альфа-М, 2006. - 605 с.
4. Новый справочник химика и технолога: процессы и аппараты химических технологий: Ч. 1 / Г. М. Островский, Р. Ш. Абиев, В. М. Барабаш и др.; ред. Г. М. Островский. - СПб. : Професионал, 2004. - 841 с.

### **в) вспомогательная литература:**

5. Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред / Г. М. Островский. - СПб. : Наука, 2000. - 359 с

## **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/](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 «Гидромеханика неоднородных сред» 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 016-2015. 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 электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

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

### **10.3. 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 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 «Гидромеханика неоднородных сред»

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

<b>Компетенции</b>		
Индекс	Формулировка <sup>2</sup>	Этап формирования <sup>3</sup>
ПК-5	<b>Способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций</b> в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Промежуточный
ПК-6	<b>Способностью разрабатывать</b> рабочую проектную и техническую документацию, <b>оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия</b> разрабатываемых проектов и технической документации <b>стандартам</b> , техническим условиям и другим нормативным документам	Промежуточный
ПК-16	<b>Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов</b> и готовых изделий.	Промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Владеет методами лабораторного определения физико-механических свойств сыпучих материалов	Правильные ответы на вопросы № 1-3	ПК-16

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> 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.)

Освоение раздела № 2	Знает теоретические основы гидродинамики движения одиночных частиц (в т.ч. пузырей, капель). Умет решать задачи гидромеханики, в том числе с использованием итерационных и приближенных методов вычислений.	Правильные ответы на вопросы № 7-13	ПК-5
Освоение раздела № 3	Знает модель взаимопроникающих континуумов. Умеет применять методы данной модели к решению конкретных технологических задач гидромеханических процессов и аппаратов: аппаратов псевдокипящего слоя; пневмотранспортных установок; фильтрационных процессов	Правильные ответы на вопросы № 14-25	ПК-5
Освоение раздела № 4	Знает основные типы машин для дробления и помола твёрдых строительных материалов.	Правильные ответы на вопросы № 26-40	ПК-5
Освоение раздела № 5	Владеет методами лабораторного определения физико-механических свойств сыпучих материалов	Правильные ответы на вопросы № 4-7	ПК-16
Выполнение курсового проекта	Умеет производить оптимальный выбор технологического оборудования для конкретных задач. Умеет производить оптимальный выбор конструктивного решения бункеров и силосных складов Владеет методами расчета основных характеристик дробильного оборудования Владеет методами расчета основных параметров складского оборудования	Соответствующие разделы пояснительной записки	ПК-5 ПК-6

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 компетенциям:**

1. Морфологические и дисперсионные свойства неоднородных сред. Пространственные соотношения долей компонентов и его следствия. Форма и размеры дисперсных частиц.
2. Распределение частиц по размерам. Математическое представление распределения.
3. Структура капиллярно-пористых сред. Пористые среды корпускулярной структуры. Капиллярно-пористые среды.
4. Визуальные методы экспериментального анализа дисперсных свойств неоднородных сред.

5. Ситовой анализ. Формы представления опытных данных
6. Седиментационные методы.
7. Установившееся движение твердых частиц. Влияние формы частиц на их движение.
8. Неустановившееся движение твердых частиц.
9. Движение капель и пузырей газа.
10. Влияние градиента давления в потоке на движение частиц.
11. Сепарация частиц в гравитационном поле
12. Сепарация частиц в центробежном поле
13. Конструкции промышленных сепараторов
14. Взаимопроникающие континуальные среды Одномерная двухфазная модель.
15. Взаимопроникающие континуальные среды Определение удельной силы межфазного сопротивления.
16. Моделирование неоднородного псевдооживленного слоя.
17. Расчет аппаратов псевдооживленного слоя.
18. Пневматический транспорт зернистых материалов. Способы организации пневмотранспортных процессов и их аппаратурное оформление
19. Пневматический транспорт зернистых материалов. Расчет вертикальных участков пневмотранспорта.
20. Аэрожелобы. Особенности конструкции, область применения.
21. Аэрожелобы. Расчет основных технологических параметров.
22. Фильтрация в недеформируемой пористой среде.
23. Удельная сила межфазного сопротивления при течении жидкости в пористом теле.
24. Фильтрация газов.
25. Расчет промышленных фильтров
26. Образование дисперсной фазы. Полезная и реальная работы диспергирования.
27. Образование капель и пузырей при истечении диспергируемой среды из отверстий. Диспергирование капель и пузырей при обтекании их потоком сплошной среды.
28. Диспергирование капель и пузырей в турбулентном потоке сплошной среды.
29. Виды дробления и измельчения материалов. Классификация пород, виды дробления, степень измельчения, работа на дробление.
30. Классификация дробилок. Достоинства и недостатки, области применения.
31. Щековые дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
32. Валковые дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
33. Конусные дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
34. Молотковые дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
35. Роторные дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
36. Виброщековые дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
37. Конусные инерционные дробилки. Принцип действия и особенности конструкции.
38. Шаровые барабанные мельницы сухого помола. Режимы работы. Конструкция.
39. Шаровые барабанные мельницы мокрого помола. Режимы работы. Конструкция.
40. Особенности конструкции грохотов – качающихся, вибрационных, гирационных.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Пример экзаменационного билета приведен в п.6.

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

#### 4. Курсовой проект.

Курсовой проект состоит из:

1) Общая часть - разработка технологической схемы установки измельчения твердых материалов и выбор основного и вспомогательного оборудования

Расчетно-пояснительная записка (объемом 15-20 страниц машинописного текста) содержит обоснованный оценочным расчетом выбор технологического оборудования элементов технологической схемы, полный технологический расчет одного из аппаратов (машины) и прочностной расчет одного из элементов проектируемого аппарата (машины).

Графический материал (в объеме 1-го листов формата А1) содержит технологическую схему разрабатываемой установки.

Курсовой проект сводится к выбору основного оборудования – машин для измельчения твердого материала с заданными свойствами и вспомогательного оборудования – то есть обеспечение выбранного основного оборудования транспортными и дозирующими средствами, сосудами для складирования и промежуточного накопления материала, классификаторами, грохотами и сепараторами, пылеулавливающей и водоочистной аппаратурой.

Выбор машин и аппаратов установки измельчения обуславливается технологическим расчетом и завершается составлением технологической схемы. При составлении технологической схемы относительное расположение оборудования производится студентом произвольно (однако с учетом их габаритных размеров и того, что все самое тяжелое оборудование (дробилки, мельницы) должны находиться на одном уровне). Это связано с тем, что привязка оборудования к конкретной площадке требует составления монтажного чертежа, что не входит в рамки данной работы.

После выбора основного оборудования студент должен рассчитать и выбрать вспомогательное оборудование для схемы измельчения твердых материалов, к которым относятся питатели и дозаторы, конвейеры, элеваторы и циклоны.

В графическую часть, выполняемую в рамках технического проекта, входит принципиальная схема установки измельчения.

### Примеры заданий для курсового проекта

#### «Разработка технологической схемы дробильно-сортировочного завода»

№	Материал	$Q_m$ , т/ч	$\delta_{н. \max}$ , м	$\delta_{к \max}$ , мкм	$R(\delta_n)$	Помол
1	Гипсовый камень	80	0,8	70	1	сухой
2	Гипсовый камень	40	0,8	70	2	сухой
3	Гипсовый камень	120	0,5	80	1	сухой
4	Гранит выс. плотности	50	0,8	100	2	мокрый
5	Гранит ср. плотности	50	0,8	100	3	сухой
6	Гранит низ. плотности	50	0,8	80	1	мокрый
7	Гранит выс. плотности	25	1	100	2	мокрый
8	Гранит ср. плотности	50	1	80	3	сухой
9	Гранит низ. плотности	80	1	150	1	сухой
10	Мрамор ср. прочности	200	0,5	50	3	мокрый
11	Гипсовый камень	50	0,8	100	1	мокрый
12	Гипсовый камень	200	0,6	150	3	мокрый
13	Известняк выс. плотности	100	0,5	50	1	сухой
14	Известняк выс. плотности	50	1	90	1	мокрый
15	Мел	100	1,1	50	3	сухой
16	Мел	120	1	40	2	сухой
17	Мел	150	0,9	60	1	мокрый
18	Мел	200	0,8	70	3	мокрый
19	Известняк выс. плотности	100	0,5	50	1	сухой
20	Известняк выс. плотности	50	1	90	1	мокрый

$Q_m$  – производительность установки;

$\delta_{н. \max}$  – максимальный размер кусков в исходном продукте;

$\delta_{к \max}$  – максимальный размер частиц в конечном продукте;

**5. 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 СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.