

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 18.07.2023 21:51:11
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРАЗОВАНИЯ 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
« 25 » апреля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Технология минеральных удобрений

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата

«Технология неорганических веществ и минеральных удобрений»
«Химическая технология неорганических веществ»

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **технологии неорганических веществ**

Санкт-Петербург

2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	05
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	08
3. Объем дисциплины	08
4. Содержание дисциплины	09
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	09
4.2. Занятия лекционного типа.....	010
4.3. Занятия семинарского типа	12
4.3.1. Семинары, практические занятия	12
4.4. Самостоятельная работа	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	14
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	14
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	16
10.1. Информационные технологии	16
10.2. Программное обеспечение	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	16
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</p>	<p>ПК-1.12 Основные промышленные способы получения азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений</p>	<p>Знать: – физико-химические особенности технологии основных туковых продуктов: азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений; принципы построения технологических схем; Уметь: – формировать основные разделы технологического регламента химического производства; Владеть: – алгоритмом и методологией технологических расчетов для обоснования технологической схемы.</p>
	<p>ПК-1.13 Последовательная характеристика производственного процесса по технологической схеме с мотивированным разделением его на основные стадии</p>	<p>Знать: – типовые технические решения по созданию структуры технологических переделов, обеспечивающих получение продукции; Уметь: – сформировать последовательность технологических воздействий для превращения исходного сырья в заданную продукцию; Владеть: – методологией поиска и обоснования вариативных производственных схем.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p>ПК-1.14 Выбор параметров контроля сопряженных стадий процесса, оценка состава сырья и свойств готовой продукции</p>	<p>Знать: – основные показатели физико-химических и товарных характеристик сырья, материалов и готовой продукции и методы их анализа, регламентированные в отрасли;</p> <p>Уметь: – обосновать перечень контролируемых технологических параметров, ответственных за взаимосвязь состава исходного сырья и характеристик продукции;</p> <p>Владеть: – навыками разработки требований к организации схемы контроля режимных показателей технологических операций.</p>
	<p>ПК-1.15 Анализ диапазона воздействия технологических параметров на свойства получаемых продуктов</p>	<p>Знать: – взаимосвязь входных и выходных параметров отдельных технологических стадий, способы регулирования их режима, уровень влияния на качественные характеристики материальных потоков и показатели технологической цепочки в целом;</p> <p>Уметь: – обосновать выбор способов и режимов технологических воздействий для превращения исходных компонентов в целевой вид продукции;</p> <p>Владеть: – навыками определения и обоснования диапазона управляющих параметров, обеспечивающих заданные показатели эффективности химико-технологического процесса.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p>ПК-1.16 Корректировка последовательности и характера технологических воздействий для превращения исходного сырья различных кондиций в продукцию нормативной квалификации</p>	<p>Знать: – технологические особенности переработки богатого, бедного и вторичного сырья; способы получения побочных продуктов общего и тукового предназначения; направления совершенствования ассортимента удобрений; Уметь: – сформировать принципиальную и аппаратурно-технологическую схему, провести материальные и тепловые расчеты, определить расходные коэффициенты; Владеть: – навыками сопоставительного анализа различных технологических траекторий получения продукции регламентируемого качества из различного сырья при наименьших затратах.</p>
<p>ПК-3 Способен выбирать стандартное технологическое оборудование для обеспечения бесперебойного функционирования химико-технологического производства</p>	<p>ПК-3.1 Анализ аппаратурно-технологического оформления процессов туковых производств, технических показателей эффективности</p>	<p>Знать: – основы проектирования и направления совершенствования химико-технологических процессов в области туковых производств; Уметь: – оценить технологические возможности оборудования, аргументировать критерии его подбора; Владеть: – навыками проектных расчетов для обоснования производства, расчетов эффективности работы туковых производств; методами оптимизации технологических режимов работы оборудования.</p>

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.06), и изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Химическая технология неорганических веществ». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология минеральных удобрений» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Методы исследования в технологии неорганических веществ», «Оборудование и основы проектирования производств неорганического синтеза», при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/академических часов)	7/252
Контактная работа с преподавателем:	114
занятия лекционного типа	60
занятия семинарского типа, в т.ч.:	42
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	42 (5)
лабораторные работы	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	12
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	75
Форма текущего контроля (К/р, реферат, РГР, эссе)	–
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	2 экзамена/63

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.	Минеральные удобрения, структура современной туковой промышленности	6	–	–	6	ПК-1 ПК-3	ПК-1.12 ПК-1.13 ПК-3.1
2.	Классификация и требования к качеству удобрений	2	2	–	6	ПК-1 ПК-3	ПК-1.12 ПК-1.15 ПК-3.1
3.	Производство фосфорных удобрений сернокислотным способом	6	2	–	8	ПК-1	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15 ПК-1.16 ПК-1.17
4.	Производство экстракционной фосфорной кислоты	6	4	–	8	ПК-1	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15
5.	Двойной суперфосфат и другие фосфорные удобрения	8	4	–	8	ПК-1 ПК-3	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15 ПК-3.1
6.	Производство азотных удобрений	8	6	–	12	ПК-1 ПК-3	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15 ПК-1.17 ПК-3.1
7.	Производство калийных удобрений	6	4	–	6	ПК-1 ПК-3	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15 ПК-3.1
8.	Производство комплексных удобрений	10	8	–	9	ПК-1	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15
9.	Производство комплексных удобрений на основе азотнокислотного разложения природных фосфатов	4	8	–	8	ПК-1	ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15 ПК-1.16
10.	Жидкие минеральные, смешанные органоминеральные удобрения	4	4	–	4	ПК-1	ПК-1.12 ПК-1.13 ПК-1.14 ПК-1.15 ПК-1.16

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Минеральные удобрения, структура современной туковой промышленности.</u> Классификация кинетических процессов в Роль макро- и микрокомпонентов удобрений для жизнедеятельности растений. Масштабы мирового и отечественного производства. Основы проектирования, понятия, этапы, стадии и порядок разработки проектной документации производств минеральных удобрений. Степень использования и экологические проблемы применения туков.	6	ЛВ
2	<u>Классификация и требования к качеству удобрений.</u> Классификация и ассортимент удобрений. Стандарты на минеральные удобрения и соли, обоснование требований к их качеству. Методы контроля. Методы испытаний и пути улучшения физико-химических и механических свойств удобрений и солей. Управление качеством удобрений в промышленности.	2	ЛВ
3	<u>Производство фосфорных удобрений сернокислотным способом.</u> Фосфатное сырье. Физико-химические основы сернокислотного разложения природных фосфатов. Кристаллизация сульфата кальция из сернокислотных и фосфорнокислотных растворов. Основные особенности производства простого суперфосфата из различных типов фосфатного сырья. Технологические схемы производства суперфосфата, аппаратное оформление, пути совершенствования технологии. Экология суперфосфатных производств.	6	ЛВ
4	<u>Производство экстракционной фосфорной кислоты.</u> Получение экстракционной фосфорной кислоты в дигидратном, полугидратном и ангидритном режиме. Утилизация фосфогипса. Концентрирование фосфорной кислоты. Технологические схемы и аппаратное оформление.	6	ЛВ
5	<u>Двойной суперфосфат и другие фосфорные удобрения.</u> Физико-химические основы получения двойного суперфосфата, Производство двойного суперфосфата камерным и	8	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	поточными методами. Термические фосфаты. Обесфторенные фосфаты, Кормовые фосфаты кальция. Сравнительная технико-экономическая характеристика фосфорных удобрений. Перспективы технического прогресса в производстве фосфорных удобрений.		
6	<u>Производство азотных удобрений.</u> Основные виды азотных удобрений, их состав и свойства. Сульфат аммония, его производство из коксового газа, из гипса, в качестве отхода производства капролактама. Нитрат аммония, схемы его производства из аммиака и азотной кислоты, из нитрата кальция. Известково-аммиачная селитра, калийно-аммиачная селитра. Производство нитрата кальция и пути улучшения его физико-химических свойств. Производство карбамида по схемам с газовым и жидкостным рециклом. Сравнительная технико-экономическая характеристика различных видов азотных удобрений.	8	ЛВ
7	<u>Производство калийных удобрений.</u> Производство нитрата калия, фосфатов калия, поли- и метафосфатов калия. Фосфаты аммония – производство аммофоса и диаммонийфосфата. Нитроаммофоски, диаммонитрофоски, карбофоски. Схемы производства и аппаратное оформление процессов. Производство комплексных удобрений на базе азотнокислотной переработки природных фосфатов. Перспективы развития промышленности комплексных удобрений.	6	ЛВ
8	<u>Производство комплексных удобрений.</u> Получение экстракционной фосфорной кислоты в дигидратном, полугидратном и ангидритном режиме. Утилизация фосфогипса. Концентрирование фосфорной кислоты. Технологические схемы и аппаратное оформление.	10	ЛВ
9	<u>Производство комплексных удобрений на основе азотнокислотного разложения природных фосфатов.</u> Физико-химические основы разложения природных фосфатов азотной кислотой. Физико-химические основы и методы переработки азотнокислотной вытяжки на	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	удобрения. Нитрофоски. Карбонатный способ, сульфатные способы, фосфорнокислотный способ. Производство азофоски по схеме с вымораживанием нитрата кальция. Утилизация нитрата кальция, конверсия нитрата кальция в нитрат аммония. Перспективы развития азотнокислотных методов переработки природных фосфатов.		
10	<u>Жидкие минеральные и органоминеральные удобрения.</u> Жидкие комплексные удобрения, их составы и способы получения. Базовые растворы. Схемы производства жидких комплексных удобрений.	4	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
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	Изучение показателей качества удобрений	2	2	Групповая дискуссия
3	Расчет материального баланса производства простого суперфосфата	2	–	КтСм
4	Анализ материального баланса производства фосфорной кислоты	4	–	КтСм
5	Материальные и тепловые расчеты производства двойного суперфосфата	4	–	КтСм
6	Материальные и тепловые расчеты стадий производства аммиачной селитры и карбамида	6	–	КтСм
7	Расчеты по диаграмме растворимости $KCl-NaCl-H_2O$	4	–	Групповая дискуссия
8	Материальные и тепловые балансы процессов производства аммофоса, нитроаммофоски, нитрата и фосфата калия	8	–	КтСм
9	Изучение способов азотнокислой переработки фосфатов	8	3	Групповая дискуссия
10	Расчет заданных составов тукосмесей на основе различных удобрений	4	–	Групповая дискуссия

4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Мировые тенденции развития туковой промышленности, анализ потребления по странам. Составление документов по этапам проектирования производства.	6	Устный опрос
2	Обзор нормативной документации по отдельным классам удобрительных продуктов. ГОСТ, ТУ. Сертификация продукции.	6	Письменный опрос
3	Сернокислотная переработка фосфатов. Простой суперфосфат, его свойства. Требования к суперфосфату. Физико-химические основы получения суперфосфата, механизм разложения фосфатов серной кислотой. Растворимость в системе $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O-SO}_3$. Кристаллизация сульфата кальция. Утилизация фтористых газов.	8	Письменный опрос
4	Свойства фосфорной кислоты. Требования к фосфорной кислоте. Дигидратный способ производства фосфорной кислоты. Полуидратный способ производства фосфорной кислоты. Современное состояние и перспективы развития производства фосфорной кислоты. Двухстадийные способы производства. Получение концентрированной фосфорной кислоты.	8	Письменный опрос
5	Фосфорнокислотная переработка фосфатов. Производство двойного суперфосфата. Характеристики двойного суперфосфата, требования к нему. Современное состояние и перспективы развития производства двойного суперфосфата. Камерный, камерно-поточный и многоступенчатый методы.	8	Письменный опрос
6	Роль и значение связанного азота в промышленности. Физико-химические основы технологии синтеза аммиака. Аппаратурное оформление процесса. Схема энергетического обеспечения агрегатов крупной единичной мощности. Техничко-экономические показатели. Современное состояние и перспективы развития производства азотной кислоты, физико-химические основы процессов. Контактное окисление аммиака.	12	Письменный опрос
7	Получение калийных удобрений. Переработка сильвинитовых и карналлитовых руд. Получение сульфата калия. Техничко-экономический анализ производства калийных солей из различного сырья.	6	Устный опрос
8	Общая характеристика и ассортимент комплексных удобрений. Технологические схемы производства комплексных удобрений. Аммофос и диаммофос. Физико-химические основы аммонизации фосфорной кислоты.	9	Письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Схемы производства, конструкции аппаратов. Производство полифосфатов аммония. Нитрофос, нитрофоска и нитроаммофоска. Свойства, требования, физико-химические основы производства. Технологическая схема и конструкции основных аппаратов.		
9	Физико-химические основы азотнокислотной переработки фосфатного сырья. Кинетика разложения фосфатов азотной кислотой. Способы переработки азотнокислотной вытяжки. Методы выделения избыточного кальция. Растворимость в системе $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$. Получение сложных удобрений на основе связывания CaO .	8	Устный опрос
10	Характеристика гуминовых веществ и особенности их воздействия на растения. Источники гумуса. Ассортимент органоминеральных удобрений и технология их производства.	4	Устный опрос

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.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (7 и 8 семестры).

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) теоретического характера.

При сдаче экзамена обучающийся получает два вопроса из перечня вопросов (время подготовки к устному ответу – 45 минут).

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Получение нитрата калия конверсионным методом. 2. Физико-химические и товарные характеристики промышленных удобрений.
--

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

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

а) печатные издания:

1. Веригин, А. Н. Смешивание дисперсных материалов : учебное пособие / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2015. - 130 с.
2. Веригин, А. Н. Сушка дисперсных материалов : учебное пособие / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2015. - 101 с.
3. Свойства, получение и применение минеральных удобрений: учебное пособие для бакалавров по направлениям 110400 "Агрономия" и 110100 "Агрохимия и агропочвоведение" / Б. А. Дмитриевский [и др.]. - СПб. : Проспект Науки, 2013. - 325 с. - ISBN 978-5-903090-84-6.
4. Технология минеральных удобрений: учебное пособие для вузов по направлению подготовки «Химическая технология» / Под редакцией И.А. Петропавловского. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2018. – 312 с. – ISBN 978-5-906109-63-7.
5. Логинов, С.В. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С. В. Логинов, Н. Н. Правдин, Ю. П. Удалов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - СПб. : [б. и.], 2019. - 141 с.

б) электронные учебные издания:

6. Горбовский, К. Г. Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли. Термическое разложение комплексных удобрений на основе нитрата аммония : Учебное пособие / К. Г. Горбовский, А. И. Казаков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2023. - 256 с. - ISBN 978-5-507-45020-6 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 09.01.2023). - Режим доступа: по подписке.
7. Логинов, С.В. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С. В. Логинов, Н. Н. Правдин, Ю. П. Удалов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2019. - 141 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 29.08.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
8. Основы проектирования химических производств и оборудования : Учебник для вузов по направлению подготовки "Химическая технология" / В. И. Косинцев [и др.] ; М-во образования и науки РФ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - 2-е изд. - Томск : Изд-во ТПУ, 2013. - 395 с. - ISBN 978-5-4387-0244-3 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: по подписке.
9. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : в 2 кн. : Учебник / Под ред. В. Г. Айнштейна. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2975-2. Кн. 2 / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.]. - 2022. - 876 с. - ISBN 978-5-8114-2977-6 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 02.03.2022). - Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

- Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>;
Электронно-библиотечные системы:
– «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
– ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Технология минеральных удобрений» 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 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 являются:

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

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством виртуальной среды обучения LMS Moodle.

10.2. Программное обеспечение.

Пакеты прикладных программ стандартного набора (LibreOffice, MathCAD).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

- справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;
- база данных Reaxys <https://www.reaxys.com>

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

Кафедра Технологии неорганических веществ оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры и аудиторий № 205, 209, 210 соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через сервер, подключенный к сети института.

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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Технология минеральных удобрений»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов	промежуточный
ПК-3	Способен выбирать стандартное технологическое оборудование для обеспечения бесперебойного функционирования химико-технологического производства	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.12 Основные промышленные способы получения азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений	Знает физико-химические особенности технологии основных туковых продуктов: азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений; принципы построения технологических схем	Вопросы к экзамену № 1-6, 9, 12	Перечисляет основные способы передела природного тукового сырья	Приводит примеры технологий азотных, калийных и фосфорных удобрений	Аргументирует физико-химическую базу для основных химических реакций
	Умеет формировать основные разделы технологического регламента химического производства	Вопросы к экзамену № 13, 14	Приводит структуру основных разделов технологического регламента	Перечисляет содержание основных разделов технологического регламента	Формулирует составляющие технологического раздела регламента
	Владеет алгоритмом и методологией технологических расчетов для обоснования технологической схемы	Вопросы к экзамену № 33, 34	Осуществляет расчеты выхода продуктов по основным химическим реакциям	Может произвести расчет, исходя из единицы массы одного из исходных сырьевых компонентов	Составляет таблицы материальных балансов стадий процесса в расчете на 1 т сырья, 1 т продукта, на часовую производительность
ПК-1.13 Последовательная характеристика производственного процесса по технологической схеме с мотивированным разделением его на основные стадии	Знает типовые технические решения по созданию структуры технологических переделов, обеспечивающих получение продукции	Вопросы к экзамену № 15-32	Перечисляет основные гетерогенные процессы, входящие в структуру технологической цепочки	Правильно выбирает последовательность операций от начала до конца процесса	Приводит примеры реализации процессов для базовых туковых продуктов
	Умеет сформировать последовательность технологических воздействий для превращения исходного сырья в заданную продукцию	Вопросы к экзамену № 35-36	Объясняет принципы выделения целевого компонента из природного сырья	Умеет найти необходимую физико-химическую информацию для обоснования способов выделения целевого компонента из сырья	По составу сырья и требованиям к продукту может сформулировать перечень необходимых переделов

	Владеет методологией поиска и обоснования вариативных производственных схем	Вопрос к экзамену № 9-12	Может проиллюстрировать вариативность на конкретном примере	Перечисляет основные направления вариативности технологических схем, их цели	Может сформировать и обосновать предложение по вариантам получения конкретного тукового продукта
ПК-1.14 Выбор параметров контроля сопряженных стадий процесса, оценка состава сырья и свойств готовой продукции.	Знает основные показатели физико-химических и товарных характеристик сырья, материалов и готовой продукции и методы их анализа, регламентированные в отрасли	Вопросы к экзамену № 7, 8	Приводит различное выражение состава удобрительных продуктов	Перечисляет основные показатели, регламентированные для туковых продуктов в нормативной документации	Представляет сущность методов анализа основных компонентов удобрений регламентированные в отрасли
	Умеет обосновать перечень контролируемых технологических параметров, ответственных за взаимосвязь состава исходного сырья и характеристик продукции	Вопросы к экзамену № 32-36	Перечисляет универсальные параметры, ответственные за эффективность отдельных стадий процесса	Устанавливает взаимосвязь изменения параметров с составом и свойствами входящих и выходящих со стадии продуктов	Приводит примеры увязки параметров сопряженных стадий процесса для получения регламентируемых показателей продукции
	Владеет навыками разработки требований к организации схемы контроля режимных показателей технологических операций	Вопросы к экзамену № 23-32	Перечисляет точки контроля по отдельным стадиям процесса	Перечисляет точки контроля по основным стадиям процесса	Дает полную схему организации контроля технологического режима, обеспечивающую регламентируемые показатели продукции
ПК-1.15 Анализ диапазона воздействия технологических параметров на свойства получаемых продуктов	Знает взаимосвязь входных и выходных параметров отдельных технологических стадий, способы регулирования их режима, уровень влияния на качественные характеристики материальных потоков и показатели технологической цепочки	Вопросы к экзамену № 26-30	Приводит зависимость качества гранулята от температуры, влажности, продолжительности окатывания	Правильно выбирает рациональный диапазон изменения параметров для корректировки качества гранулята	Приводит конкретные примеры влияния параметров на основные характеристики гранулированных удобрений

	в целом				
	Умеет обосновать выбор способов и режимов технологических воздействий для превращения исходных компонентов в целевой вид продукции	Вопросы к экзамену № 23-32	Анализирует влияние состава исходного сырья на качество продукта	Строит технологическую цепочку, исходя из наличия и содержания примесей в сырье	Показывает какими приемами обеспечивается нормируемое качество продукции и перечисляет основные материальные потоки
	Владеет навыками определения и обоснования диапазона управляющих параметров, обеспечивающих заданные показатели эффективности химико-технологического процесса	Вопросы к экзамену № 22-26	Решает задачу поиска перечня необходимых операций в зависимости от состава сырья	Решает задачу поиска режимных показателей для получения максимальной производительности отдельных стадий	Обосновывает физико-химическими данными рекомендуемый диапазон параметров процесса
ПК-1.16 Корректировка последовательности и характера технологических воздействий для превращения исходного сырья различных кондиций в продукцию нормативной квалификации	Знает технологические особенности переработки богатого, бедного и вторичного сырья; способы получения побочных продуктов общего и тукового предназначения; направления совершенствования ассортимента удобрений	Вопросы к экзамену № 2-8	Приводит примеры получения продуктов из бедного и богатого сырья	Обосновывает различия в технологии одного и того же продукта из различного сырья, оценивает наличие и состав отходов	Приводит конкретные примеры получения самостоятельных побочных продуктов при производстве удобрений, направления совершенствования ассортимента туков
	Умеет сформировать принципиальную и аппаратно-технологическую схему, провести материальные и тепловые расчеты, определить расходные коэффициенты	Вопрос к экзамену № 18-32	Формирует принципиальную технологическую схему	Рассчитывает материальный и тепловой балансы	На основании материальных расчетов формирует аппаратно-технологическую схему
	Владеет навыками сопоставительного анализа	Вопросы к экзамену № 63-66	Перечисляет основные технико-экономические	Анализирует влияние состава сырья на	Предлагает варианты совершенствования

	различных технологических траекторий получения продукции регламентируемого качества из различного сырья при наименьших затратах		показатели производства туков	структуру технологической схемы и ее эффективность	технологических схем для повышения их эффективности
ПК-3.1 Анализ аппаратурно-технологического оформления процессов туковых производств, технических показателей эффективности	Знает основы проектирования и направления совершенствования химико-технологических процессов в области туковых производств	Вопросы к экзамену № 37-42, 48-50, 61, 68-72	Перечисляет стадии проектирования объектов и их сущность	Излагает содержание «Ходатайства о намерениях» и «Обоснования инвестиций»	Дает характеристику технологическому разделу основного документа «ТЭО проект»
	Умеет оценить технологические возможности оборудования, аргументировать критерии его подбора	Вопросы к экзамену № 47, 52-60, 62-67	Предлагает принципиальное оборудование к типовым стадиям технологического процесса	Приводит вариативные варианты подбора оборудования отдельных стадий	Аргументирует выбор оборудования с точки зрения максимальной эффективности для конкретного тукового производства
	Владеет навыками проектных расчетов для обоснования производства, расчетов эффективности работы туковых производств, методами оптимизации технологических режимов работы оборудования	Вопросы к экзамену № 43-46, 51, 73-78	Рассчитывает для материальных потоков простейшие аппараты	Рассчитывает материальные балансы последовательных стадий, на основе которых рассчитывает и подбирает оборудование	Выполняет сопоставительные расчеты для обоснования вариантов совершенствования технологических схем с целью повышения их эффективности

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Типовые контрольные вопросы к экзамену

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

1. Роль азота, фосфора и калия в минеральном питании растений. Микрокомпоненты.
2. Сырье для производства минеральных удобрений. Степень использования компонентов удобрений растениями.
3. Классификация удобрений. Примеры типовых продуктов.
4. Способы отображения состава минеральных удобрений.
5. Краткая характеристика рынка производства и потребления удобрений в РФ и мире.
6. Краткая характеристика основных холдингов – производителей удобрений в России.
7. Основные требования, предъявляемые к минеральным удобрениям.
8. Сущность методики определения различных форм P_2O_5 в фосфатном сырье и продуктах его переработки.
9. Последовательность этапов строительства объектов туковых производств.
10. Назначение и сущность «Ходатайства (декларации) о намерениях».
11. Назначение и сущность «Обоснований инвестиций».
12. Классификация фосфорных удобрений.
13. Методы переработки фосфатного сырья.
14. Принципиальная последовательность технологических переделов при выделении целевого компонента в самостоятельный продукт.
15. Фосфоритная мука, состав, технология производства.
16. Получение простого суперфосфата. Химизм процесса разложения фосфата.
17. Получение простого суперфосфата. Основной показатель эффективности процесса, влияние на него нормы кислоты, температуры, примесного состава сырья.
18. Принципиальная технологическая схема непрерывного способа получения простого суперфосфата.
19. Физико-химические основы производства экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК).
20. Дигидратный и полугидратный методы получения ЭФК, основные отличия.
21. Схема потоков при получении экстракционной фосфорной кислоты дигидратным методом.
22. Технологические параметры, технологические приемы, расходные коэффициенты, отходы производства ЭФК дигидратным методом
23. Принципиальная схема упарки дигидратной ЭФК. Проблема выделения примесей.
24. Полугидратный метод получения ЭФК, варианты организации.
25. Физико-химические основы производства двойного суперфосфата.
26. Химический состав и требования к двойному суперфосфату.
27. Характеристика поточной схемы производства двойного суперфосфата.
28. Характеристика камерно-поточной схемы производства двойного суперфосфата.
29. Физико-химические основы производства кормового и удобрительного преципитата.
30. Технологическая схема получения кормового преципитата.
31. Физико-химические основы получения и состав обесфторенных фосфатов.
32. Особенности технологических схем получения обесфторенных фосфатов методом спекания и плавления.
33. Способы получения кремнефторидов и фторидов аммония из абсорбционных жидкостей переработки фосфатного сырья.
34. Особенности получения кремнефторида натрия из абсорбционных жидкостей переработки фосфатного сырья.
35. Термические и содовые способы получения фторида натрия.

36. Получение криолита из растворов гексафторкремниевой кислоты или фторида аммония.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

37. Технологическая траектория получения из азота воздуха линейки азотных и комплексных удобрений.
38. Формы азотных удобрений.
39. Физико-химические свойства нитрата аммония.
40. Термостойкость и взрывоопасность нитрата аммония.
41. Особенности нейтрализации азотной кислоты аммиаком.
42. Принципиальная технологическая схема получения амселитры.
43. Использование теплоты нейтрализации азотной кислоты. Аппарат ИТН.
44. Узлы выпарки и грануляции амселитры.
45. Обеспечение прочности гранул амселитры.
46. Известково-аммонийная селитра.
47. Физико-химические свойства карбамида.
48. Химическая сущность производства карбамида.
49. Влияние давления и температуры на процесс синтеза карбамида.
50. Влияние соотношения NH_3 и CO_2 на выход карбамида.
51. Принципы организации промышленных схем производства карбамида.
52. Карбамид. Принципиальная схема производства с жидкостным рециклом (отделение синтеза и дистилляции).
53. Карбамид. Принципиальная схема производства с жидкостным рециклом (отделение выпарки и грануляции).
54. Сульфат аммония. Принципиальная схема сатураторного способа производства.
55. Сульфат аммония. Принципиальная схема бессатураторного способа производства.
56. Сульфат аммония. Способы получения из гипса.
57. Характеристика и способы получения жидких азотных удобрений КАС.
58. Основные виды сырья для производства калийных удобрений.
59. Виды калийных удобрений.
60. Основные стадии производства хлористого калия флотационным методом.
61. Физико-химические принципы, положенные в основу галургического метода переработки сильвинита.
62. Основные стадии производства хлористого калия галургическим методом.
63. Сущность и цели многоступенчатой вакуум-кристаллизации калийного щелока.
64. Гидротермальные способы производства сульфата калия.
65. Конверсионные способы производства сульфата калия.
66. Характеристика аммофоса и диаммофоса.
67. Разновидности технологических схем производства аммофоса.
68. Принципиальная схема производства аммофоса с упаркой пульпы и грануляцией в БГС.
69. Принципиальная схема производства аммофоса с использованием аммонизатора-гранулятора.
70. Характеристика нитроаммофосфатов и карбоаммофосфатов.
71. Разновидности схем производства нитроаммофосфатов.
72. Принципиальная схема производства нитроаммофоски с использованием приллирования.
73. Особенности азотнокислотного разложения фосфатов.
74. Способы переработки азотнокислотной вытяжки.
75. Принципиальная технологическая схема производства нитрофоски.
76. Сущность фосфатного и сульфатного способов переработки вытяжки.

77. Принципиальная технологическая схема производства нитрофоски с вымораживанием нитрата кальция.

78. Утилизация нитрата кальция после отделения от азотнокислотной вытяжки.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена обучающийся получает два вопроса из банка вопросов (время подготовки к ответу до 45 минут).

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.