

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 10.09.2021 00:43:21  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Санкт-Петербургский государственный технологический институт**  
**(технический университет)»**  
**(СПбГТИ(ТУ))**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
\_\_\_\_\_ А.В.Гарабаджиу  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Направление подготовки  
**18.06.01 Химическая технология**

Направленность программы аспирантуры  
**Процессы и аппараты химических технологий**

Квалификация  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. каф. процессов и аппаратов химических технологий		Профессор Флисюк О.М.

Рабочая программа дисциплины «Научно-исследовательская деятельность» обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов химических технологий протокол от «2» марта 2017 №6

Заведующий кафедрой  
процессов и аппаратов

Флисюк О.М

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от «14» марта 2017 № 3

Председатель

Луцко А.Н.

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направленности подготовки «Процессы и аппараты химических технологий»		профессор Флисюк О.М.
Начальник отдела аспирантуры и докторантуры		доцент О.Н.Еротько

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. Цели и задачи НИД.....	4
2. Место научно-исследовательской деятельности в структуре ООП.....	5
3. Объем дисциплины .....	5
4. Формы проведения, структура и содержание НИД.....	5
5. Компетенции обучающегося, формируемые в результате выполнения научных исследований.....	7
6. Руководство и контроль НИД аспирантов.....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	9
8. Требования и методические указания к выполнению научно-исследовательской работы .....	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	10
10. Учебно-методическое обеспечение НИД.....	10
11. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	10
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рабочая программа научно-исследовательской деятельности (далее – НИД, РПД НИД) регулирует вопросы ее организации и проведения для аспирантов заочной формы обучения по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология, направленность «Процессы и аппараты химических технологий». Настоящая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению и характеризует структуру, порядок организации, требования к отчетной документации научных исследований аспирантов.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НИД**

Основная цель НИД – сделать научную деятельность аспирантов постоянным и систематическим элементом учебного процесса, включить их в жизнь научного сообщества, реализовать потребности обучающихся в изучении научно-исследовательских проблем, сформировать стиль научно-исследовательской деятельности. Конечной целью научных исследований является подготовка научно-квалификационной работы (диссертации). Научные исследования выполняются аспирантом под руководством научного руководителя. Направление научно-исследовательской деятельности аспиранта определяется в соответствии с направленностью образовательной программы и темой диссертации.

Задачи НИД - сформировать навыки выполнения научного-исследования и развить умения:

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- формулировать и разрешать задачи, возникающие в ходе выполнения научных исследований;
- применять положения современной научной парадигмы в разработке научного–направления;
- владеть современной методологией предметной области мышления;
- выбирать необходимые методы исследования (модифицировать существующие, разрабатывать новые методы), исходя из задач конкретного исследования (по теме диссертации или при выполнении заданий научного руководителя в рамках образовательной программы);
- применять современные информационные технологии при проведении научных исследований;
- обрабатывать полученные результаты, анализировать и представлять их в виде законченных научно-исследовательских разработок (отчета по научно-исследовательской работе, тезисов доклада, научной статьи, текста диссертационной работы);
- оформлять результаты проделанной работы в соответствии с требованиями ГОСТ– 7.32-2001. «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» (дата введения 1.07.2002 г.) и др. нормативных документов с привлечением современных средств редактирования и печати;
- сформировать другие навыки и умения, необходимые аспиранту данного направления, обучающемуся по конкретной программе аспирантуры.

СПбГТИ(ТУ) определяет специальные требования к подготовке аспиранта по научно-исследовательской части программы. К числу специальных требований относится:

- владение современной проблематикой данной отрасли знания;

- знание истории развития конкретной научной проблемы, ее роли и места в изучаемом научном направлении;
- наличие конкретных специфических знаний по научной проблеме, разрабатываемой аспирантом;
- умение практически осуществлять научные исследования, экспериментальные работы в той или иной научной сфере, связанной с программой аспирантуры и темой диссертации.

## **2 МЕСТО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

НИД является обязательным разделом основной профессиональной образовательной программы аспирантуры. Она представляет собой вид учебной деятельности, непосредственно ориентированной на формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология и содержанием ОПОП аспирантуры СПбГТИ(ТУ) по направленности «Процессы и аппараты химических технологий». Научно-исследовательская деятельность относится к разделу Блок 3 «Научные исследования». НИД базируется на изучении таких дисциплин, как «История и философия науки», «Процессы и аппараты химических технологий», «Методология научного исследования», «Защита интеллектуальной собственности», «Инновационные направления химической технологии», «Информационные технологии в науке и образовании», а также других специальных дисциплин данной образовательной программы в области Химической технологии.

## **3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>175/ 6300</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6300</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	<b>Зачет с оценкой</b>

## **4 ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ НИД**

Перечень форм научно-исследовательской деятельности для аспирантов определяется направленностью (соответствующей научной специальности в соответствии с номенклатурой ВАК) и тематикой диссертационного исследования. Руководитель ОПОП устанавливает обязательный перечень форм НИД (в том числе необходимых для получения зачетов по научно-исследовательской деятельности) и степень участия в НИД аспирантов в течение всего периода обучения. Аспиранты отчитываются о результатах

НИД перед кафедрой во время промежуточных аттестаций за каждый семестр и получают зачет с оценкой.

Результатом НИД по итогам первого семестра обучения является:

- утвержденная в первом семестре тема диссертации;
- индивидуальный план работы аспиранта над диссертацией с указанием основных мероприятий и сроков их реализации;
- постановка целей и задач диссертационного исследования;
- определение объекта и предмета исследования;
- обоснование актуальности выбранной темы и характеристика современного состояния изучаемой проблемы;
- характеристика методологического аппарата, который предполагается использовать, подбор и изучение основных литературных источников, которые будут использованы в качестве теоретической базы исследования.

Результатом НИД по итогам первого года обучения (2й семестр) является:

- подробный обзор литературы по теме диссертационного исследования, который основывается на актуальных научно-исследовательских публикациях и содержит анализ основных результатов и положений, полученных ведущими специалистами в области проводимого исследования, оценку их применимости в рамках диссертационного исследования, а также предполагаемый личный вклад автора в разработку темы.

Основу обзора литературы должны составлять источники, раскрывающие теоретические аспекты изучаемого вопроса, в первую очередь научные монографии и статьи научных журналов.

По итогам первого года обучения представляются и обсуждаются на заседании кафедры материалы первой главы диссертации.

Результатом научных исследований по итогам второго и третьего и четвертого года обучения является обработка собранного материала для диссертационной работы, включая разработку методологии сбора данных, обоснование и систематизацию статистических показателей, методов обработки результатов, оценку их достоверности и достаточности для завершения работы над диссертацией. По итогам научных исследований представляются и обсуждаются на заседании кафедры материалы остальных глав научно-квалификационной работы (диссертации).

Результатом научных исследований по итогам девятого семестра обучения становятся формулировка результатов исследования и определения степени их научной новизны, оформление диссертации, формирование ее разделов. Особое место в научно-исследовательской деятельности аспиранта занимает подготовка научных публикаций. В течение срока обучения по программе аспирантуры каждый аспирант должен подготовить и опубликовать не менее двух научных статей в рецензируемых журналах, рекомендованных из перечня ВАК РФ, а также не менее трех материалов или тезисов конференций. Основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание научных исследований аспиранта указывается в индивидуальном плане. План разрабатывается совместно с научным руководителем аспиранта, утверждается на заседании кафедры.

Перечень форм НИД аспирантов:

Виды и содержание НИД	Примерный перечень отчетной документации
1. Составление библиографии по теме диссертации	1. Аннотированный список литературных источников
2. Составление плана выполнения научно-квалификационной работы (диссертации)	2. Развернутый план диссертационного исследования
3. Постановка цели и задач исследования	3. Объект и предмет исследования. Определение главной цели. Деление

	главной цели на подцели. Определение задач исследования в соответствии с поставленными целями. Построение дерева целей и задач для определения необходимых требований и ограничений исследования (временных, материальных, информационных и др.) (блок схема реализации научных задачи диссертационного исследования).
4. Организация и проведение исследования по проблеме, сбор эмпирических данных и их интерпретация	4.1 Исследование степени разработанности проблематики, обобщение и изложение теории вопроса и методологии исследования в соответствующей предметной области (первая глава диссертации). 4.2. Описание организации и методов исследования (вторая глава диссертации). 4.3. Интерпретация полученных результатов в описательном и иллюстративном оформлении (третья и четвертая глава диссертации).
5. Подготовка научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы	Формулирование положений, выносимых на государственную итоговую аттестацию, научной новизны, теоретической и практической значимости.
6. Написание научных статей по проблеме исследования	6. Серия опубликованных статей по теме диссертации в профильных журналах и сборниках научных трудов
7. Выступление на научных конференциях по проблеме исследования	8. Текст выступления и рекомендации о развитии содержания научного исследования
9. Отчет о НИД	9.1 Отчет о НИД (представление разработанных материалов научному руководителю) 9.2. Характеристика руководителя о результатах НИД, полученных аспирантом 9.3. Отзыв организации о подготовленной научно-квалификационной работе (диссертации)

## 5. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ НИД

**УК-1:** способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

**УК-2:** способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

**УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

**УК-4:** готовность использовать современные методы и технологии научной

коммуникации на государственном и иностранных языках;

**УК-5:** способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;

**УК-6:** способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

**ОПК-1:** способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований;

**ОПК-2:** способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований;

**ОПК-3:** способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере промышленной экологии и биотехнологий; с учетом правил соблюдения авторских прав;

**ОПК-4:** способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных;

**ОПК-5:** способность и готовность к использованию образовательных технологий, методов и средств обучения для достижения планируемых результатов обучения.

**ПК-1:** способность исследовать взаимосвязь состав – структура – свойства для новых перспективных химических соединений и материалов;

**ПК-2:** способность и готовность к созданию новых конкурентных материалов, химических технологий и аппаратов для их реализации с обеспечением охраны как объектов интеллектуальной собственности;

**ПК-3:** способность и готовность разрабатывать и совершенствовать технологии новых материалов, в числе композиционных, и химических продуктов;

**ПК-4:** способность применять методы и программные средства обработки экспериментальных данных с целью построения математических моделей для исследования свойств химических веществ и процессов проектирования и управления химико-технологическими процессами;

**ПК-6:** способность правильного выбора аппаратуры для осуществления гидромеханических и тепломассообменных процессов;

**ПК-7:** владение методами расчета основных процессов и аппаратов химической технологии и использование их в преподавательской деятельности по основным образовательным программам образования;

**ПК-8:** способность исследования гидромеханических и тепломассообменных процессов на основе фундаментальных законов – переноса теплоты, массы вещества и импульса энергии;

**ПК-9:** владение основами теории и инновационными методами научного исследования гидромеханических и тепломассообменных процессов, для проектирования, как отдельных процессов и аппаратов, так и производств в целом с применением современных информационных технологий.

## **6 РУКОВОДСТВО И КОНТРОЛЬ НИД АСПИРАНТОВ**

Руководство программой НИД аспиранта осуществляется научным руководителем. Обсуждение плана и промежуточных результатов научных исследований проводится на заседаниях кафедры, осуществляющей подготовку аспиранта, а также на научных семинарах СПбГТИ(ТУ) с привлечением других научно-педагогических работников. Аттестация аспиранта по результатам НИД проводится в соответствии с графиком два раза в год в форме отчета и оценки выполнения индивидуального плана аспиранта, оформляемого на каждый семестр обучения. Аспиранты, не предоставившие в срок отчета о научно-исследовательской деятельности и не получившие зачета, не допускаются к итоговой аттестации. По результатам выполнения утвержденного индивидуального плана



научно-исследовательской деятельности аспиранта выставляется итоговая оценка («зачет с оценкой») и выносится решение Аттестационной комиссии о переводе аспиранта на следующий год обучения.

## **7 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

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

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает в себя устный доклад аспиранта на заседании кафедры о выполненных научных исследованиях и письменный отчет о НИД.

При сдаче зачета аспирант после своего доклада получает от присутствующих на заседании кафедры сотрудников вопросы по теме своей научно-квалификационной работы и дает на них устные ответы.

## **8. ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ НАУЧНЫХ-ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Научно-исследовательская деятельность аспиранта и выполнение научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук является обязательным разделом учебного плана подготовки аспиранта. Выпускник аспирантуры должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной направленности подготовки (научной специальности). Научно-исследовательская деятельность аспиранта должна: – соответствовать основной проблематике направленности подготовки – быть актуальной, содержать научную новизну и практическую значимость; основываться на современных теоретических, методических и технологических достижениях отечественной и зарубежной науки и практики; использовать современную методику научных исследований; базироваться на современных методах обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий; содержать теоретические (методические, практические) разделы, согласованные с научными положениями, защищаемыми в кандидатской диссертации.

Этапы выполнения научных исследований:

- планирование НИД, включающее ознакомление с тематикой в соответствии с направленности подготовки аспиранта и выбор темы исследования;
- проведение научных исследований;
- планирование научного эксперимента;
- обработка полученных результатов;
- оформление актов внедрения полученных результатов в производство и учебный процесс;
- написание рукописи научно-квалификационной работы;
- предварительная экспертиза законченной научно-квалификационной работы на кафедре;

– научный доклад о результатах подготовленной научно-квалификационной работы.

По завершении научных исследований работы аспирант должен представить на кафедру рукопись диссертации.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.**

Материально-техническое обеспечение НИД аспирантов:

доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет и оснащенных средствами медиапрезентаций (медиакоммуникаций), наличие лаборатории, оснащенной лабораторными установками для проведения экспериментальных исследований, оснащенностью - 5 рабочих мест.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НИР**

Научно-исследовательская деятельность обеспечена учебно-методической литературой, указанной в соответствующих разделах рабочих программ дисциплин образовательных программ по направлению 18.06.01 Химическая технология направленности «Процессы и аппараты химических технологий». По результатам утверждения темы диссертации научный руководитель аспиранта дополнительно составляет список рекомендуемой литературы для успешного выполнения научного исследования.

## **11. 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 «Научно-исследовательская деятельность»**

По итогам выполнения индивидуального плана научно-исследовательской деятельности профильная кафедра проводит аттестацию аспиранта на основании представленного отчета о прохождении ЭИП, материалов, прилагаемых к отчету, отзыва научного руководителя о прохождении экспериментально-исследовательской практики. По результатам аттестации аспиранту выставляется зачет.

Критерии оценивания компетенции следующие:

проверка уровня сформированности «деятельностных» составляющих компетенции, позволяющих оценить уровень умений и навыков, применить полученные знания при решении конкретных вопросов (задач) по теме:

- полный ответ на вопрос – 6 баллов;
- неполный ответ – 3-5 баллов;
- неполученный ответ – 0-2 баллов.

При проведении промежуточной аттестации по итогам прохождения научно-исследовательской практики аспиранту задаются два контрольных вопроса. Оценку «зачтено» по экспериментально-исследовательской практике получает аспирант, предоставивший отчет о практике, а также суммарно набравший при ответе на два вопроса не менее 10 баллов.

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>1</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>2</sup></b>
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	промежуточный
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	промежуточный
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	промежуточный

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>2</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.)

УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	промежуточный
УК-5	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	промежуточный
УК-6	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	промежуточный
ОПК-1	Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований	промежуточный
ОПК-2	Способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований	промежуточный
ОПК-3	Способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере промышленной экологии и биотехнологий, с учетом правил соблюдения авторских прав	промежуточный
ОПК-4	Способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных	промежуточный
ОПК-5	Способность и готовность к использованию образовательных технологий, методов и средств обучения для достижения планируемых результатов обучения	промежуточный
ПК-1	Способность исследовать взаимосвязь состав – структура – свойства для новых перспективных химических соединений и материалов	промежуточный
ПК-2	Способность и готовность к созданию новых конкурентных материалов, химических технологий, процессов и аппаратов для их реализации с обеспечением охраны как объектов интеллектуальной собственности	промежуточный
ПК-3	Способность и готовность разрабатывать и совершенствовать технологии новых материалов, в том числе композиционных, и химических продуктов	промежуточный
ПК-4	Способность применять методы и программные средства обработки экспериментальных данных с целью построения математических моделей для исследования свойств химических веществ и материалов, проектирования и управления химико-технологическими процессами	промежуточный

ПК-6	Способность правильного выбора аппаратуры для осуществления гидромеханических и тепломассообменных процессов	промежуточный
ПК-7	Владение методами расчета основных процессов и аппаратов химической технологии и использование их в преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	промежуточный
ПК-8	Способность исследования гидромеханических и тепломассообменных процессов на основе фундаментальных законов – переноса теплоты, массы вещества и импульса энергии с помощью современных информационных технологий	промежуточный
ПК-9	Владение основами теории и инновационными методами научного исследования гидромеханических и тепломассообменных процессов, для проектирования, как отдельных процессов и аппаратов, так и производств в целом с применением современных информационных технологий	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	Знает основные конструкции аппаратов для осуществления гидродинамических, тепломассообменных процессов и их принцип работы Умеет обоснованно выбрать тип аппаратуры для осуществления процессов не только в лаборатории, но и при промышленной реализации процесса Владеет принципами выбора аппаратуры для осуществления процессов	Правильные ответы на вопросы №1-10 к зачету	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-2, ПК-6

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	химических технологий		
Освоение раздела №2	<p>Знает методы расчета основных процессов и аппаратов химической технологии, в том числе с использованием современных программных продуктов</p> <p>Умеет рассчитать процесс и аппаратуру для его осуществления</p> <p>Владеет методами расчета основных процессов и аппаратов химических технологий и использует их в преподавательской деятельности</p>	Правильные ответы на вопросы №11-20 к зачету	УК-2, УК-5, ОПК-3, ОПК-5, ПК-3, ПК-7
Освоение раздела № 3	<p>Знает теоретические основы гидромеханических, тепловых и массообменных процессов</p> <p>Умеет обрабатывать и интерпретировать результаты исследования для разработки и совершенствования методов расчета процессов и аппаратов с использованием современных программных продуктов</p> <p>Владеет современными методами исследования процессов и аппаратов химических технологий; программным</p>	Правильные ответы на вопросы №21-35 к зачету	УК-4, ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	обеспечением для математических расчетов, статистической обработки экспериментальных данных, специальными программами, обеспечивающими конкретные методы исследования		
Освоение раздела №4	<p>Знает основные тенденции развития современной аппаратуры для гидромеханических, тепловых и массообменных процессов</p> <p>Умеет применять вычислительную технику и информационно-коммуникационные технологии при создании, проектировании и управлении конкретными процессами</p> <p>Владеет теоретическими знаниями в области процессов и аппаратов химических технологий; теоретическими основами и практикой использования гидромеханических и тепло-массообменных процессов в химической и смежных отраслях промышленности</p>	Правильные ответы на вопросы №36-45 к зачету	УК-6, ПК-4, ПК-9

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) зачета с оценкой, 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 УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-2, ПК-6:**

1. Конструкции типовых теплообменных аппаратов. Промышленные теплоносители, их теплотехническая и технико - экономическая характеристики. Конструкции выпарных аппаратов. Схема многокорпусных выпарных установок. Экономически наиболее выгодное число корпусов.

2. Пылеосадительные камеры и отстойники. Центрифуги осадительные и фильтрующие. Циклоны и гидроциклоны. Конструкции фильтров.

3. Выбор насадки. Гидродинамические режимы работы насадочных колонн. Непрерывно действующая абсорбционно-десорбционная установка. Как определить экспериментально коэффициент массопередачи в насадочной абсорбционной колонне?

4. Адсорбция. Статика и кинетика. Адсорбция в неподвижном слое. Как определить экспериментально объемный коэффициент массопередачи в противоточном адсорбере со взвешенным слоем адсорбента?

5. Изображение вариантов сушильных процессов в диаграмме состояния влажного воздуха. Конструкции конвективных сушилок. Контактная, радиационная, высокочастотная и сублимационная сушка. Схема сушильной установки со взвешенным слоем дисперсного материала. Сушильные агенты, их основные параметры и связь между ними.

6. Гомогенные изотермические реакторы. Классификация реакторов по гидродинамическому признаку. Реактор периодического действия. Проточный реактор с мешалкой. Каскад реакторов идеального смешения. Оптимальное соотношение объемов реакторов в каскаде. Реактор с продольным перемешиванием потока (ламинарный и турбулентный режим). Выбор типа реактора с учетом селективности реакции. Микро- и макросмешение в реакторах.

7. Расчет реактора при произвольном распределении и времени пребывания реагирующей смеси. Комбинированные модели реакторов. Примеры построения математических моделей и расчет некоторых типов промышленных реакторов.

8. Классификация реакторов по энергетическому признаку. Адиабатические и политропические реакторы. Сравнение эффективности адиабатических и изотермических реакторов. Адиабатические и политропические реакторы с продольными перемешиваниями. Комбинированные модели неизотермических реакторов. Оптимальные профили температур в каскаде реакторов и трубчатом политропическом реакторе. Оптимизация трубчатого реактора с промежуточным вводом холодной реагирующей смеси.

9. Гетерогенные каталитические реакторы, классификация каталитических реакторов по конструктивному и гидродинамическим признакам.

10. Одно- и многослойные реакторы со стационарным слоем катализатора. Квазигомогенная и гетерогенная модели. Горячие точки в реакторе со стационарным слоем катализатора.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции УК-2, УК-5, ОПК-3, ОПК-5, ПК-3, ПК-7:**

11. Уравнение неразрывности потока. Уравнение расхода. Расчет диаметра трубопровода. Экономически оптимальная скорость движения жидкости и газа в трубопроводах.

12. Дифференциальное уравнение движения ньютоновской жидкости (уравнение Навье - Стокса).



13. Потеря удельной энергии на трение в трубах при ламинарном режиме. Вывод формулы Гагена - Пуазейля.

14. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его энергетический смысл. Приложения уравнения Бернулли (диффузор, трубка Пито-Прандтля, диафрагма).

15. Расчет теплообменных аппаратов методом итераций.

16. Дифференциальное уравнение конвективно-диффузионного переноса массы. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи.

17. Подобие массообменных (диффузионных) процессов. Общий вид критериального уравнения для расчета коэффициентов массоотдачи. Методы определения общего числа единиц переноса.

18. Расчет насадочных колонн при линейной равновесной зависимости. Расчет насадочных колонн при равновесной зависимости общего вида. Расчет тарельчатых колонн. Определение высоты и диаметра. Материальный баланс ректификационной колонны непрерывного действия. Уравнения рабочих линий. Тепловой баланс ректификационной колонны. Определение расходов греющего пара и охлаждающей воды.

19. Расчет противоточной экстракции на основе уравнения массопередачи.

20. Материальный баланс конвективной сушки. Удельный расход сушильного агента. Тепловой баланс конвективной сушки. Удельный расход теплоты. Тепловой КПД. Уравнения для расчета времени конвективной сушки.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции УК-4, ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-8:**

21. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Задачи стационарной теплопроводности. Дифференциальное уравнение переноса в потоке (уравнение Фурье-Кирхгофа).

22. Теория подобия - основа физического моделирования. Теоремы подобия. Анализ размерностей как метод обработки опытных данных.  $\pi$  - теорема.

23. Вывод критериев гидродинамического подобия. Их физический смысл.

24. Вывод критериев теплового подобия. Их физический смысл.

25. Теплоотдача без фазовых превращений при свободном (гравитационном) и вынужденном движении среды. Общий вид критериальных уравнений.

26. Теплоотдача при кипении жидкостей. Критическая тепловая нагрузка. Теплоотдача при конденсации пара.

27. Вывод соотношения для средней разности температур теплоносителей в теплообменных аппаратах.

28. Методы интенсификации процесса теплопередачи в теплообменных аппаратах.

29. Гидромеханические методы очистки газов.

30. Экстрактивная и азеотропная ректификации.

31. Основные принципы системного анализа; взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах; иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов; иерархическая структура химического производства; взаимовлияние аппаратов.

32. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов и химико-технологических систем. Основы теории переноса количества движения, энергии, массы; гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков, сжатие и перемешивание газов, разделения неоднородных жидких и газовых систем, перемешивание в жидких средах.

33. Псевдооживленные слои. Процессы тепло- и массопереноса в псевдооживленных слоях. Механические процессы.

34. Математическое описание равновесия в многокомпонентных системах. Термодинамика равновесных и неравновесных состояний. Математическое описание процессов диффузии.

35. Модели массопередачи. Математические модели аппаратов с поверхностью контакта, образующейся в процессе движения потоков. Модели тарельчатых колонн. Модели насадочных колонн.

**г) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции УК-6, ПК-4, ПК-9:**

36. Теоретически минимальное и оптимальное флегмовые числа. Влияние расхода флегмы на движущую силу процесса, на диаметр и высоту ректификационной колонны, на расходы греющего пара и охлаждающей воды.

37. Неоднородные системы и гидромеханические методы их разделения.

38. Система. Состояние системы. Уравнения состояния. Энергия. Работа. Теплота. Нулевой и первый законы термодинамики. Основные законы термохимии. О равновесных и обратимых процессах. Второй и третий законы термодинамики. Линейная термодинамика в задачах химии и химической технологии. Уравнения сохранения.

39. Модель идеального смешения. Вывод дифференциального уравнения модели. Вид функции отклика модели на стандартные возмущения. Частотные характеристики модели. Условия реализуемости принятых допущений в приложении к аппаратам химической технологии.

40. Модель идеального вытеснения. Вывод дифференциального уравнения модели. Передаточная функция. Вид функции отклика и частотные характеристики модели. Сравнительная оценка идеальных моделей.

41. Равновесие и массопередача в системах жидкость-жидкость. Описание равновесия в системах жидкость-пар, жидкость-газ.

42. Особенности составления математической модели многофазного реактора. Примеры составления математических моделей и расчета некоторых типов газожидкостных реакторов. Реакторы для проведения процессов в системах газ-твердое.

43. Основные теоретические модели процесса массоотдачи (пленочная, проникновения, диффузионного пограничного слоя).

44. Фильтрация суспензий. Уравнение фильтрования, константы фильтрования, их физический смысл.

45. Укрупнение гранул в аппаратах псевдоожиженного слоя. Скорость роста гранул при гранулировании из растворов. Гранулирование суспензий пластичных материалов. Адгезионное гранулирование из мелких порошков. Общая теория дробления гранул.

К зачету допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, аспирант получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки аспиранта 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

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.