

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

  
\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Бажин В.Ю.

**УТВЕРЖДАЮ**

  
\_\_\_\_\_  
Декан факультета  
переработки минерального сырья  
доцент Петров П.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СИСТЕМЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПРОЦЕССОВ**  
**НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**

**Уровень высшего образования** – подготовка кадров высшей квалификации

**Направление подготовки:** 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль):** Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая промышленность)

**Форма обучения:** очная

**Нормативный срок обучения:** 4 года

**Составитель:** проф. Шариков Ю.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Специальные системы управления основными стадиями процессов нефтепереработки»** составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень профессионального образования: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации), утв. приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. N 875 (ред. от 30.04.2015 N 464);

- на основании учебного плана направленности (профиля) Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая промышленность) по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

Составитель



д.т.н., проф. Ю.В.Шариков

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизации технологических процессов и производств от «26» апреля 2019 г., протокол № 14**

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н.

В.В. Васильев

Заведующий кафедрой автоматизации  
технологических процессов и производств



д.т.н.

В.Ю. Бажин

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

*Рабочая программа дисциплины «Специальные системы управления основными стадиями процессов нефтепереработки» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств.*

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	1	«31» августа 2020	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020
2	16	«18» мая 2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
3	15	«23» мая 2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Цели дисциплины:

- формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний об общих закономерностях, определяющих условия функционирования процессов нефтепереработки и методах их контроля и управления;
- формирование понимания основных управляющих параметров, оказывающих влияние на протекание процессов и методах расчета предохранительных устройств в химических реакторах и систем противоаварийной защиты и сигнализации (ПАЗ).

### Основными задачами изучения дисциплины являются:

сформировать у аспирантов

- представлений о методах описания процессов генерации и отвода тепла при протекании экзотермических процессов в сосудах различной геометрической формы;
- навыков получения кривых тепловыделения и их использования для анализа безопасности процессов;
- навыков получения математических моделей процессов для анализа их опасности при отклонении параметров от регламентных норм;
- навыков по применению специализированных программных пакетов для определения безопасных условий хранения и переработки потенциально-опасных веществ и процессов;
- способностей для организации комплексных работ по проведению разработки и проектированию сложных технологических схем на основе использования методов математического моделирования.
- мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области математического моделирования и оптимального управления сложными производственными комплексами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина входит в состав Блока 1, который в полном объеме относится к дисциплинам по выбору основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование следующей универсальной компетенций:

- способность разрабатывать принципиальные схемы управления технологическими процессами на основании сформулированных задач управления и критериев оптимизации для функционирования отдельных узлов и схемы в целом (ПК-1).
- способность проводить исследования динамики производственных объектов и создавать динамические модели и передаточные функции для объектов и технологических схем и использовать их для синтеза оптимальных регуляторов (ПК-2).
- способность выполнять работы по выбору технических средств для получения первичной информации о процессе и их ввод в АСУТП для использования для контроля за ходом производственного процесса (ПК-3).
- способность выбирать необходимые технические средства для создания АСУТП нефтехимических процессов и при необходимости составлять технические задания для

разработки новых нестандартных средств контроля технологических параметров и исполнительных механизмов с учетом требований по пожаровзрывобезопасности, разрабатывать программы оптимального управления нефтехимическими процессами, обеспечивающие заданное качество целевых продуктов при минимальном расходе энергии (ПК-4).

- способность разрабатывать математические модели основных стадий процессов газонефтепереработки и использовать их в контуре управления технологическими схемами в оптимальном режиме (ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

*в научно-исследовательской деятельности:*

- выявлять, анализировать и интерпретировать закономерности в области протекания процессов химической технологии и использовать их для определения методов контроля и управления и создания систем противоаварийной защиты технологическими процессами;

- выявлять, анализировать и интерпретировать закономерности в области протекания процессов химической технологии и использовать их для определения методов контроля и управления и создания систем противоаварийной защиты технологическими схемами процессов нефтепереработки и нефтехимии;

- соблюдать правила международного научного общения и сотрудничества, принципы академической этики и личной ответственности ученого;

*в научно-инновационной деятельности (в соответствии с профилем подготовки):*

- идентифицировать инновации и новые проблемы в области исследования, формулировать стратегические цели и задачи научных исследований, предлагать пути их решения с учетом знания методологии своей предметной области;

- проектировать и осуществлять комплексные и междисциплинарные исследования с использованием знаний в области специальных систем управления;

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1.	ПК-1	способность разрабатывать принципиальные схемы управления технологическими процессами на основании сформулированных задач управления и критериев оптимизации для функционирования отдельных узлов и схемы в целом	<b>Выпускник знает:</b> содержание базовых понятий и фундаментальных проблем в системах противоаварийной защиты процессов нефтепереработки <b>Умеет:</b> разрабатывать принципиальные схемы управления технологическими процессами на основании сформулированных задач управления и критериев оптимизации для функционирования отдельных узлов и схемы в целом <b>Владеет навыками:</b> использования современных средств проектирования схем управления технологическими процессами на основании сформулированных задач	В соответствии с учебным планом

			управления и критериев оптимизации для функционирования отдельных узлов и схемы в целом	
2.	ПК-2	способность проводить исследования динамики производственных объектов и создавать динамические модели и передаточные функции для объектов и технологических схем и использовать их для синтеза оптимальных регуляторов	<p><b>Выпускник знает:</b> методы исследования динамики производственных объектов и создавать динамические модели и передаточные функции для объектов и технологических схем и использовать их для синтеза оптимальных регуляторов</p> <p><b>Умеет:</b> проводить исследования динамики производственных объектов и создавать динамические модели и передаточные функции для объектов и технологических схем и использовать их для синтеза оптимальных регуляторов</p> <p><b>Владеет навыками:</b> планирования и проведения лабораторных и промышленных исследований, обработки и проведения параметрической и структурной идентификации схем противоаварийной защиты промышленными агрегатами в нефтепереработке и нефтехимии</p>	В соответствии с учебным планом
	ПК-3	способность выполнять работы по выбору технических средств для получения первичной информации о процессе и их ввод в АСУТП для использования для контроля за ходом производственного процесса	<p><b>Выпускник знает:</b> номенклатуру и основные характеристики технических средств для получения первичной информации о процессе и их ввод в АСУТП для использования для обеспечения процессов нефтепереработки</p> <p><b>Умеет:</b> применять теоретические знания для определения требований к техническим средствам для получения первичной информации о процессе и их ввод в АСУТП для использования для контроля за ходом производственного процесса</p> <p><b>Владеет навыками:</b> выбора технических средств для получения первичной информации о процессе и их ввод в АСУТП для использования для контроля за ходом производственного процесса</p>	В соответствии с учебным планом
	ПК-4	способность выбирать необходимые технические средства для создания АСУТП нефтехимических процессов и при необходимости составлять технические задания для разработки новых нестандарт-	<p><b>Выпускник знает:</b> номенклатуру и основные характеристики технических средств для создания АСУТП нефтехимических процессов и при необходимости составлять технические задания для разработки новых нестандартных средств контроля технологических параметров и исполнительных механизмов с учетом требований по пожаровзрывобезопасности, разрабатывать программы оптимального управления нефтехимическими процессами, обеспечивающие</p>	В соответствии с учебным планом

		ных средств контроля технологических параметров и исполнительных механизмов с учетом требований по пожаровзрывобезопасности, разрабатывать программы оптимального управления нефтехимическими процессами, обеспечивающие заданное качество целевых продуктов при минимальном расходе энергии	заданное качество целевых продуктов при минимальном расходе энергии <b>Умеет:</b> применять теоретические знания для выбора технологических параметров и исполнительных механизмов с учетом требований по пожаровзрывобезопасности, <b>Владеет навыками:</b> выбора необходимых технических средств для создания АСУТП нефтехимических процессов и при необходимости составлять технические задания для разработки новых нестандартных средств контроля технологических параметров и исполнительных механизмов с учетом требований по пожаровзрывобезопасности	
	ПК-5	способность разрабатывать математические модели основных стадий процессов газонефтепереработки и использовать их в контуре управления технологическими схемами в оптимальном режиме	<b>Выпускник знает:</b> содержание базовых понятий и фундаментальных проблем в системах противоаварийной защиты процессов нефтепереработки <b>Умеет:</b> применять принципы теоретического описания и математического моделирования гомогенных и гетерогенных процессов в многофазных потоках и агрегатах на основе представлений о физико-химических закономерностях протекания основных процессов нефтехимических технологий <b>Владеет навыками:</b> разработки математических моделей основных стадий процессов газонефтепереработки и использовать их в контуре управления технологическими схемами в оптимальном режиме	В соответствии с учебным планом

\*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

### 3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенций обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 9 тем, содержание которых направлено на рассмотрение понятия противоаварийных систем, подходы и методы математического решения аварийных ситуаций.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 180 часов, 2 зачётные единицы. Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: дифференцированный зачет в 1 семестре и дифференцированный зачет во 2 семестре.

##### 4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	семестры	
		1	2
Общая трудоемкость дисциплины в часах	180	76	104
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60	20	20
Лекции	60	10	10
Дифференцированный зачёт/Экзамен	4	2	2
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	120	46	74
<b>Вид аттестации</b>	Диф. зачёт	Диф. зачёт	Диф. зачёт

##### 4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

Тема № п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий		
			Лекции	Контроль	Самостоятельная работа
1 семестр					
Раздел I. Моделирование опасных экологических ситуаций					
1	Источники разгерметизации	11	3		8
2	Тепловой взрыв	16	5		11
3	Анализ процессов в сосудах различной формы	16	5		11
4	Проблема теплового взрыва в жидкости	21	7		14
	Дифференцированный зачет	2			2



	<b>Итого за 1 семестр</b>	<b>76</b>	<b>20</b>		<b>46</b>
2 семестр					
Раздел II. Предохранительные устройства от теплового взрыва					
5	Устройства аварийного сброса	18	5		10
6	Основные физико-химические процессы	20	6		14
7	Модели выделения газов	20	6		14
8	Расчет расхода при истечении одно- и двухфазного потока через предохранительные устройства типа предохранительный клапан и разрывная мембрана	20	6		14
9	Компоненты системы управления и контроля основных опасностей	24	7		20
	Дифференцированный зачет	2			2
	<b>Итого за 2 семестр</b>	<b>104</b>	<b>30</b>		<b>74</b>
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>60</b>		<b>120</b>

### 4.3. Содержание учебной дисциплины

#### РАЗДЕЛ I. Моделирование опасных экологических ситуаций

##### **Тема 1. Источники разгерметизации**

Введение. Структура курса, методы аттестации — дифференцированный зачет. Литература и источники по курсу.

Установка задачи управления через дефиниции специализированной терминологии. Типизация задач оптимизации на примерах.

##### ***Самостоятельная работа.***

Постановка задачи оптимизации для основных стадий процессов нефтепереработки. Примеры корректной формулировки цели оптимизации.

##### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

##### **Тема 2. Тепловой взрыв**

Формирование критерия оптимальности. Формулировка критерия оптимальности. Показатели производства.

##### ***Самостоятельная работа.***

Процессы терморазложения веществ. Скорость тепловыделения процесса экзотермических реакций.

##### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

##### **Тема 3. Анализ процессов в сосудах различной формы**

Анализ процессов в сосуде сферической формы. Анализ процессов в сосуде цилиндрической форме. Применение метода конечных разностей.

##### ***Самостоятельная работа.***

Описание процесса с учетом взаимодействия с окружающей средой с начальными и граничными условиями процесса, описывающими начальное распределение в пространстве.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

**Тема 4. Проблема теплового взрыва в жидкости**

Математическая постановка задачи. Приближение Буссинеска.

Дифференцированный зачет.

***Самостоятельная работа.***

Исследование реакций нулевого порядка. Численное решение задач.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

**РАЗДЕЛ II. Предохранительные устройства от теплового взрыва**

**Тема 5. Устройства аварийного сброса**

Клапаны. Мембраны. Критическое сечение. Линия сброса.

***Самостоятельная работа.***

Исследование системы управления. Общая цель функционирования. Взаимосвязи элементов.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

**Тема 6. Основные физико-химические процессы**

Протекание химической реакции. Формальная кинетика. Дескриптивная кинетика. Кипение жидкой смеси.

***Самостоятельная работа.***

Экзо- и эндотермические реакции. Конверсия. Функция температуры и состава жидкости. Скрытая теплота парообразования.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

**Тема 7. Модели выделения газов**

Гибридная модель. Модель парогазовых пузырьков. Основные режимы газовой выделения.

***Самостоятельная работа.***

Пенная модель. Пузырьковая модель. Модель турбулентного перемешивания.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

**Тема 8. Расчет расхода при истечении одно- и двухфазного потока через предохранительные устройства типа предохранительный клапан и разрывная мембрана**

Упрощенная трехзвенная гидравлическая система. Расчет расхода двухфазных потоков.

***Самостоятельная работа.***

Гомогенная равновесная модель течения двухфазной среды в длинных каналах. Одномерная математическая модель истечения через канал сброса давления.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

**Тема 9. Компоненты системы управления и контроля основных опасностей**

Идентификация основных опасностей установок. Планирование аварийных действий.  
Цели и процедуры идентификации.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1-3];

дополнительная: [4-6].

## **5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины**

При изучении дисциплины «Специальные системы управления основными стадиями процессов нефтепереработки» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итогового контроля изучения дисциплины**

### **6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине**

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

— обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (письменный ответ);

— участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ).

### **6.2 Критерии оценивания результатов текущего контроля**

#### **Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;

4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- 1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой по дисциплине;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;
- 3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;
- 4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при анализе языковых фактов; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между объектами и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизированно и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между объектами и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между объектами и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

### **6.3 Критерии формирования оценок по подготовке рефератов**

Не предусмотрены

### **6.4 Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий**

Не предусмотрены

### **6.5 Цель и основные задачи дифференцированного зачёта по дисциплине**

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися представлений о специальных системах управления., изложенных в первом семестре в Разделе I «Методы оптимизации и поиска экстремума» (темы 1-4).

Индекс контролируемой компетенции — ПК-4.

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися представлений о специальных системах управления., изложенных в первом семестре в Разделе II «Оптимальное управление основными стадиями процессов нефтепереработки» (темы 5-13).

Индекс контролируемой компетенции — ПК-5.

## **6.6 Порядок проведения дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет проводится путем написания обучающимися самостоятельных рефератов, которые затем проверяются преподавателем с выставлением дифференцированных оценок. Реферат содержит ответ на блок тематических вопросов, представленных в разделе самостоятельная работа для соответствующего семестра.

Обучающиеся пишут реферат в произвольной форме, реферат в электронном виде и на бумажном носителе хранится на кафедре АТПП.

## **6.7. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

Оценки за реферат выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в эссе, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания эссе.

## **6.8. Цель и основные задачи экзамена по дисциплине**

Не предусмотрено.

## **6.9. Методика и порядок проведения экзамена**

Не предусмотрено.

## **6.10 Критерии и процедура оценивания результатов экзамена**

Не предусмотрено.

## **6.11 Примерный перечень вопросов для экзамена**

Не предусмотрено.

# **7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»**

## **7.1. Обеспеченность литературой**

### **Основная:**

1. Ю.В. Шариков, И.Н. Белоглазов. Моделирование систем. Часть 1. Синтез моделей технологических объектов на базе уравнений гидродинамики и химической кинетики. Санкт-Петербургский горный университет. СПб. 2011. <http://helpiks.org/4-84011.html>

2. Ю.В. Шариков, И.Н. Белоглазов. Моделирование систем. Часть 2 Методы численной реализации математических моделей. Санкт-Петербургский горный университет. СПб. 2012 <https://yandex.ru/yandsearch?text>

3. Ю.В. Шариков, И.Н. Белоглазов Реакторные процессы в производствах нефтегазопереработки. Горный университет, СПб, 2012г. <https://yandex.ru/yandsearch?clid=1923018&text>

#### **Дополнительная:**

1. А.А. Кузнецов, С.М. Кагерманов, Е.Н. Судаков. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. «Химия», Л. 1974г.
2. Бенин А.И., Косой А.А., Шариков Ю.В. Автоматизированная система исследований теплового взрыва химико-технологических процессов Ж. Всесоюзного химич. Общества, 1990, т. XXXV, №4, с.18-22
3. И.Я. Шейнман, А.А. Косой Сравнительный метод определения температуры самоускоряющегося разложения Журнал «Хим. промышленность», 9,2006. с.427-440

#### **7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов

1. Программа-минимум кандидатского экзамена / Одобрена экспертным советом ВАК Министерства образования РФ по химическим наукам; Утверждена приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г.

2. Методические указания по самостоятельной работе аспиранта.

#### **7.3. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационно – поисковая система ФИПС <http://www1.fips.ru/>
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

#### **7.4 Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

#### **7.5 Современные профессиональные базы данных:**

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

#### **7.6 Информационные справочные системы:**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
3. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре».  
<http://www.informio.ru/>.
4. Полнотекстовые базы данных и ресурсы Главной библиотеки СПГГУ

## **8. Материально-техническое обеспечение**

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные доски, проекторы, и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, которые укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

### **8.1. Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Аудитория 3331 учебный центр 1 корпус 3 рассчитана на 10 посадочных мест.

Мебель лабораторная: Стол – 16 шт., стул – 36 шт.,

Компьютерное оснащение: системный блок ПК Proxima MC730 – 8 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор ЖК Acer TFT17 – 8 шт.,

Оборудование и приборы: Лабораторный стенд «Средства автомат. и управл. «САУ---МАКС» - 1 шт., стенд учебный по программированию – 4 шт., стенд по гидроавтоматике – 1 шт., стенд «Festa» -2 шт., комплект оборудования лабораторного для изучения автоматизированных систем технологических процессов – 1 шт., комплекс исследовательского оборудования для контроля и диагностики объектов – 1 шт., комплекты Festo Didactic: FP1110 «Бесконтактные датчики положения», FP 1120 «Бесконтактные датчики перемещения».

Компьютерный класс – ауд. 6502. 24 посадочных места ( в том числе 16 рабочих мест с персональным компьютером) Мебель лабораторная: Стол – 13 шт., стул – 25 шт.,

Компьютерное оснащение: системный блок Compaq 6000 Pro MTxI-10r – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор HP LA2205wgTxi-10r – 13 шт., системный блок HP Z600 – 3 шт., монитор ЖК HP24LP2480 – 3 шт.

Аудитория 3305 (Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера Б, Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус №3): 21 посадочных мест. Стол – 2 шт.(1 на 14 посадочных мест), стул – 21 шт., доска маркерная - 1 шт, блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет») Microsoft Windows 7 Professional ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Office 2010 Standard Microsoft Open License 60853086 от 31.08.201.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License

48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)



2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стула – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### 8.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт; Сканер K.Filem - 1 шт; Копир. Аппарат -1 шт; Кресло – 521AF-1 шт; Монитор ЖК HP22-1 шт; Монитор ЖК S.17-11 шт; Принтер HP L/Jet-1 шт; Системный блок HP6000 Pro-1 шт; Системный блок Ramec S. E4300-10 шт; Сканер Epson V350-5 шт; Сканер Epson 3490-5 шт; Стол 160*80*72-1 шт; Стул 525 BFH030-12 шт; Шкаф каталожн. -20 шт; Стул «Кодоба» -22 шт; Стол 80*55*72-10 шт	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000*3300*400-17 шт; Стол, 400*180 Титаник «Pico» - 1 шт; Стол письменный с тумбой - 37 шт; Кресло «Cannes» черное-42 шт; Кресло (кремовое) -37 шт; Телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT-1 шт; Монитор Benq 24-18 шт; Цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт; Пульт для презентаций R700-1 шт;	

	Моноблок Lenovo 20 HD 19 шт; Сканер Xerox 7600- 4шт;	
Санкт-Петербург, В.О., Малый пр., д.83, Инженерный корпус Ауд. № 327-329 Читальные залы	Компьют. Кресло 7875 A2S – 35 шт; Стол компьютер. – 11 шт; Моноблок Lenovo 20 HD 16 шт; Доска настенная белая -- 1 шт; Монитор ЖК Philips - 1 шт; Монитор HP L1530 15ft - 1 шт; Сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт; Системный блок HP6000 – 2 шт; Стеллаж открытый- 18 шт; Микрофон Д-880 с 071с.ч.- - 2 шт; Книжный шкаф - 15 шт; Парта- 36 шт; Стул- 40 шт	

### **8.5. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)