	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе

Н.Ю.Бабанов

2019 г



**Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.1**  
**«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

Образовательная программа: основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 18.06.01 Химическая технология  
(код и наименование направления подготовки в аспирантуре)

Направленность (профиль): Процессы и аппараты химических технологий  
(наименование направленностей (профилей) подготовки в аспирантуре)

Присваиваемая квалификация:  
**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения

очная

Нижний Новгород 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий» для аспирантов направления подготовки 18.06.01 Химическая технология (профиль: Процессы и аппараты химических технологий) / авт. И.В. Воротынцев – Нижний Новгород: НГТУ, 2019. - 18 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты химических технологий» аспирантам очной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 18.06.01 «Химическая технология» (профиль: Процессы и аппараты химических технологий).


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 883.
2. Паспорт научной специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.
3. Программа-минимум кандидатского экзамена по научной специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий», утвержденная приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов».
4. Учебные планы подготовки аспирантов НГТУ по направленностям (профилям) основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Автор  И.В. Воротынцев  
(подпись)

20 мая 2019 г.


© Воротынцев И.В., 2019  
© ФГБОУ ВО НГТУ, 2019

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

## СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).....	5
4	Структура и содержание дисциплины (модуля).....	6
4.1	Структура дисциплины (модуля).....	6
4.2	Содержание дисциплины (модуля).....	6
4.2.1	Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	6
4.2.2	Содержание разделов дисциплины (модуля).....	7
4.3	Практические занятия (семинары).....	9
4.4	Лабораторные работы.....	9
4.5	Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	9
5	Образовательные технологии.....	9
6	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	10
7	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	12
7.1	Основная литература.....	12
7.2	Дополнительная литература.....	13
7.3	Периодические издания.....	13
7.4	Интернет-ресурсы.....	13
7.5	Нормативные документы.....	14
7.6	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	14
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	17
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....	18



	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** формирование и развитие у аспирантов компетенций для профессиональной деятельности по направлению подготовки 18.06.01 – «Химическая технология», включающих в себя совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на получение аспирантами знаний для понимания особенностей технологических процессов, используемых в химической промышленности.

### Задачи:

- формирование навыков и умений в области проведения расчетов процессов, аппаратов и машин, а также анализ закономерностей протекания основных процессов, масштабный переход и моделирование;
- знание теории основных процессов, принципа устройства и действия типовых аппаратов и машин;


## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Процессы и аппараты химических технологий» включена в вариативную часть Блока 1 Программы в качестве обязательной дисциплины. Шифр дисциплины - Б1.В.ОД.1.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет), элективных дисциплин по направленности ОПОП ВО третьего уровня (аспирантура).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского минимума, осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта по направленности программы аспирантуры и подготовку научного доклада о результатах НКР (диссертации).

Блок	Базовая или вариативная часть	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
			Зачетные единицы	Часы			
				Общая	В том числе		
	Аудиторная	СРО					
Б1.В.ОД.1	Вариативная часть	5	3	108	12	96	экзамен
		6	3	108	12	96	
<b>ИТОГО</b>			6	216	24	192	экзамен

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

#### Область профессиональной деятельности выпускников:

- методы, способы и средства получения высокочистых веществ и материалов с помощью химических и физико-химических процессов;
- химические и физико-химические методы глубокой очистки веществ;
- расчет и моделирование аппаратов, предназначенных для глубокой очистки веществ;
- создание, внедрение и эксплуатация аппаратов, предназначенных для глубокой очистки веществ, контроль рабочих параметров оборудования при производстве высокочистых веществ;
- подготовка кадров высшего профессионального образования в области химической технологии.


#### Объекты профессиональной деятельности:

- химические вещества и материалы;
- методы и приборы определения состава и свойств веществ и материалов;
- оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также системы управления ими и регулирования;
- программные средства для моделирования химико-технологических процессов.

Дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» направлена на освоение следующих **видов профессиональной деятельности:**

- научно-исследовательская деятельность в области химической технологии;
- преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

№ пп.	Формируемые компетенции	Номер/ индекс компетенции
1	Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий	ОПК-1
2	Способность выявлять проблемные места в области процессов и аппаратов химических технологий, формулировать проблемы для исследования; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач; выстраивать научный аппарат исследования; строить модели исследуемых процессов или явлений	ПК-1
3	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области процессов и аппаратов химических технологий с использованием передовых технологий	ПК-2

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Шифр компетенции	Шифр результата обучения	Результат обучения
ОПК-1	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1	<b>знать:</b> основные принципы использования современных методов исследования в области процессов и аппаратов химических технологий
ПК-1	З <sup>1</sup> (ПК-1)-1	<b>знать:</b> современные тенденции и основные направления исследований в развитии процессов и аппаратов химических технологий
ПК-2	З <sup>1</sup> (ПК-2)-1	<b>знать:</b> основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области процессов и аппаратов химических технологий с использованием передовых технологий

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

##### 4.1 Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Процессы и аппараты химических технологий	216	24	24	-	-	-	192	Экзамен

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### 4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)	Шифр результата обучения
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР		
1	Химические методы глубокой очистки веществ	4	-	-		38	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-2)-1
2	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Ректификация	4	-	-		38	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-2)-1
3	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Кристаллизационные методы	4	-	-		38	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-2)-1
4	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Адсорбционные методы	4	-	-		38	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-2)-1

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-15

**Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1  
«Процессы и аппараты химических технологий»**

5	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Мембранные методы	8	-	-		40	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-1)-1 З <sup>1</sup> (ПК-2)-1
ИТОГО:		24	-	-		192	


**4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Химические методы глубокой очистки веществ	Основные варианты химических методов глубокой очистки веществ. Оценка предельных возможностей очистки веществ химическими методами. Химические транспортные реакции. Перенос вещества потоком газа-реагента. Перенос вещества молекулярной диффузией. Перенос вещества посредством конвекции. Разделение и очистка веществ посредством транспортных реакций. Практическое использование химических транспортных реакций для очистки веществ.	Лекции
2	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Ректификация	Ректификация. Основные понятия. Типы колонн Фактор разделения в стационарном состоянии в безотборном режиме. Эффективность тарелки. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения. Насадочные колонны. Материальный баланс разделяемой смеси. Массопередача. Фактор разделения в стационарном состоянии в безотборном режиме. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения. Высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ). Высота единицы переноса (ВЕП). Взаимосвязь между ВЭТТ и ВЕП. Влияние загрязняющего действия материала аппаратуры на глубину очистки веществ методом ректификации. Технологические схемы и расчет периодической ректификации. Типовые схемы периодической ректификации. Способы повышения эффективности процесса ректификации.	Лекции



3	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Кристаллизационные методы	кации. Физико-химические основы метода. Нормальная направленная кристаллизация (ННК). Сущность метода. Математические уравнения ННК. Множественная направленная кристаллизация. Зонная перекристаллизация (Зонная плавка). Сущность метода. Распределение примеси по длине образца при однократном проходе расплавленной зоны. Расчет концентрационного профиля примеси по длине образца после $n$ -проходов расплавленной зоны. Общий анализ технических средств и методов зонной плавки.	Лекции
4	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Адсорбционные методы	Адсорбенты Активированные угли Силикагели Алюмогель и активный оксид алюминия Цеолиты Адсорбционное равновесие Коэффициент разделения Кинетика адсорбции Динамика адсорбции Динамика адсорбции микропримесей при глубокой очистке Регенерация адсорбентов Использование адсорбционного метода при глубокой очистке веществ Типовая технологическая схема модуля адсорбционной очистки Адсорбционная очистка хлоридов Адсорбционная очистка гидридов, ЭОС, газов Метод качающейся адсорбции	Лекции
5	Физико-химические методы получения особо чистых веществ. Мембранные методы	Общие сведения о процессах и области их применения. Классификация мембранных процессов (баромембранные, диффузионно-мембранные, электромембранные). Типы мембран. Основы механизма мембранных процессов. Кинетика мембранных процессов. Явление концентрационной поляризации. Расчет мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов. Классификация мембранных аппаратов.	



	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

### 4.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» составляет 192 часа.

В ходе самостоятельной работы аспирант:


- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Перенос вещества посредством конвекции.	38
2	Материальный баланс разделяемой смеси.	38
3	Математические уравнения ННК	38
4	Кинетика адсорбции	38
5	Основы механизма мембранных процессов.	40
<b>ИТОГО:</b>		<b>192</b>

## 5 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

## **6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

### ***Образцы оценочных средств для проведения текущего контроля в виде тестов***

#### ***Тесты к разделу 1:***

**Вопрос 1:** Основные методы химической очистки веществ.

**Вопрос 2:** Практическое применение методов химической очистки веществ.

#### ***Тесты к разделу 2:***

**Вопрос 1:** Теоретические основы процесса ректификации.

**Вопрос 2:** Типовые схемы ректификационных колонн тарельчатого и насадочного типа.

#### ***Тесты к разделу 3:***

**Вопрос 1:** Кристаллизация. Сущность метода.

**Вопрос 2:** Селективность процесса и выбор условий.

#### ***Тесты к разделу 4:***

**Вопрос 1:** Адсорбционные методы очистки веществ.

**Вопрос 2:** Выбор адсорбента и условий проведения процесса.

#### ***Тесты к разделу 5:***

**Вопрос 1:** Классификация мембранных процессов.

**Вопрос 2:** Классификация и конструкция мембранных аппаратов.

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-15


Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1  
«Процессы и аппараты химических технологий»**Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации  
по итогам освоения дисциплины (экзамен)****Оценивание «знаниевой» составляющей компетенции**

Шифр компетенции	Шифр результата обучения	Номер темы	Вопросы
ОПК-1	З <sup>1</sup> (ОПК-1)-1	1	1. Основные методы химической очистки веществ. 2. Практическое применение методов химической очистки веществ.
		2	3. Теоретические основы процесса ректификации. 4. Типовые схемы ректификационных колонн тарельчатого и насадочного типа.
		3	5. Кристаллизация. Сущность метода. 6. Селективность процесса и выбор условий.
		4	7. Адсорбционные методы очистки веществ. 8. Выбор адсорбента и условий проведения процесса.
		5	9. Типы мембран. 10. Явление концентрационной поляризации.
ПК-1	З <sup>1</sup> (ПК-1)-1	1	11. Химические транспортные реакции. 12. Практическое использование химических транспортных реакций для очистки веществ.
		2	13. Основные типы ректификационных колонн. 14. Фактор разделения ректификационной колонны в стационарном состоянии в безотборном режиме.
		3	15. Многократная направленная кристаллизация. 16. Расчет концентрационного профиля примеси по длине образца после n-проходов расплавленной зоны.
		4	17. Адсорбционное равновесие. 18. Динамика адсорбции микропримесей при глубокой очистке.
		5	19. Конструкции мембранных аппаратов. 20. Классификация мембранных аппаратов.
ПК-2	З <sup>1</sup> (ПК-2)-1	1	21. Перенос вещества молекулярной диффузией. 22. Оценка предельных возможностей очистки веществ химическими методами.
		2	23. Технологические схемы и расчет периодической ректификации. 24. Насадочные колонны.
		3	25. Общий анализ технических средств и методов зонной плавки. 26. Распределение примеси по длине образца при однократном проходе расплавленной зоны.
		4	27. Регенерация адсорбентов. 28. Метод качающейся адсорбции.
		5	29. Основы механизма мембранных процессов. 30. Расчет мембранных процессов.

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций,  
а также шкал оценивания**

Категорий «знать» применяется в следующих значениях:

**«знать»** – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты.**Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:**

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

- пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- повышенный уровень предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

**Критерии оценивания компетенции следующие:**

проверка уровня сформированности «знаниевой» составляющей компетенции по теме:

- «Неудовлетворительно» – не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки.
- «Удовлетворительно» – допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, имеются затруднения с выводами.
- «Хорошо» – способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей.
- «Отлично» - свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, использует в ответе материал монографической литературы.

**7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**7.1 Основная литература**

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1.	2	3	4	5	6
1	Воротынцев В.М. [и др.]	Процессы и аппараты химической технологии	Б.и., 2013	Учебное пособие, печатное	8
2	Таранцева К.Р., Таранцев К.В.	Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды	М.:ИНФРА-М, 2015	Учебное пособие, печатное	1
3	Ульянов В.М., Сидягин А.А., Диков	Технологические расчеты машин и аппаратов химической и нефтеперерабатывающих	Б.и., Н.Новгород, 2015	Учебное пособие, печатное	13





НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-15

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1  
«Процессы и аппараты химических технологий»

	В.А.	производств. Примеры и задачи.			
--	------	--------------------------------	--	--	--

## 7.2 Дополнительная литература


№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Борисов Г.С.	Основные процессы и аппараты химической технологии	М.:АльянС, 2010	Пособие по проектированию	1
2	Барилевич В.А., Смирнов Ю.А.	Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена	М.:ИНФРА-М, 2015	Учебное пособие, печатное	1
3	Кудряшев а Н.С., Бондарева Л.Г.	Физическая химия	М.:Юрайт, 2014	Учебник, печатный	1

## 7.3 Периодические издания

- Журнал прикладной химии <http://жпх.рф/>
- Журнал «Мембраны и мембранные технологии» <http://www.memtech.ru/>
- Журнал общей химии <http://genchem.ru/>
- Журнал органической химии <http://www.chemjournals.net/main/mjoc.htm/>
- Журнал «Химическая промышленность» <http://www.chemprom.org/>
- Журнал «Кинетика и катализ» <http://www.maik.ru/ru/journal/kinkat/>
- Журнал физической химии <http://www.maik.ru/ru/journal/physcha/>
- Журнал «Доклады академии наук. Химия» <http://www.maik.ru/ru/journal/danchem/>

## 7.4 Интернет-ресурсы

- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
- Электронно-библиотечная система <http://elanbook.com>
- Электронно-библиотечная система <http://ibooks.ru>
- Российское образование. Федеральный портал <http://www.edu.ru/>
- Сайт Минобрнауки России <http://mon.gov.ru/>

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

- Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е Алексеева  
<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>
- Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/>

### 7.5 Нормативные документы

- Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.»;
- Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 328;
- Федеральный закон № 261-ФЗ об энергосбережении и энергоэффективности (ред. от 13.07.2015)
- стандарт ИСО 9001:2008 (ГОСТ Р ИСО 9001-2008).

### 7.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – а.1334, «Лаборатория мембранных и каталитических процессов» а.1330, «Лаборатория метрологии и стандартизации», а. 1330а, «Научно-исследовательская лаборатория анализа веществ», а. 1221.	Мультимедийные средства: проекторы, настенные экраны, персональные компьютеры. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Комплекс аппаратно-программный на базе газового хроматографа «Цветаналитик» с оригинальной проточно-вакуумной системой напуска анализа с набором детекторов (ПВД, ДТД, ДПР, ФИД, ПФД) - для проведения качественного анализа "in	- Windows7 (общеинститутская лицензия); Microsoft Office 2010 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel) (общеинститутская лицензия). Обеспечение НГТУ им. Р.Е. Алексеева - Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные



	<p>situ" по методу абсолютной градуировки и проведения кинетических исследований, а также определения количественного состава примесей и для проведение экспериментов по изучению сорбции методом обращенной газовой хроматографии.</p> <p>Спектрометрическая лаборатория, Спектрофотометр ИК-Фурье, Shimadzu IRAffinity-1 - проведение ИК-Фурье исследований в газовой кювете PIKE 22 метра с возможностью прогрева реакционной зоны до 250 град С, для установления взаимодействия различных смесей хлоридов кремния в паровой фазе (анализ газовых потоков).</p> <p>Атомноабсорбционный спектрофотометр Shimadzu AA-7000 снабженный автосемплером ASC- 7000 и графитовой печью GFA-7000A. УФ-ВИД-спектрофотометр, Shimadzu UVmini- 1240.</p> <p>Хромато-масс-спектрометр, Shimadzu GCMSQP2010Plus - проведение количественного и качественного анализа с идентификацией основных компонентов и примесей хлорсиланов и других опасных газов на капиллярной колонке с большой толщиной неподвижной фазы для анализа агрессивных веществ с пределом обнаружения <math>10^{-5}</math> об. % по исследуемым веществам. Многостадийный пиролизер Shimadzu EGA/PY3030D, инжектор и крандозатор фирмы Frontier Laboratories (Фронтье Лабораторис) для газового хромато- масс-спектрометра.</p> <p>Планетарная мельница Retsch PM100.</p> <p>Исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов и компьютерный класс из 10 компьютеров объединенных в кластер для проведения физико- математических, квантово-химических исследований и 3D – моделирования.</p>	библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН»).
--	--	--



**НГТУ**

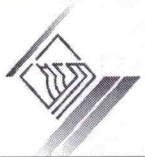
**Рабочая программа дисциплины**

**СК-РП-15.1-04-15**

**Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1  
«Процессы и аппараты химических технологий»**

	<p>Вакуумный пост с турбомолекулярным и пластинчато-роторным вакуумным безмасляным насосами PFEIFFER Hi CUBE - для создания высокого вакуума в газовой кювете PIKE-22m используемой на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRAffinity Для исследования мембран: установка для определения проницаемости полимерных пленок; установка для определения селективности полимерных мембран; мембранная колонна. Модельный стенд для приготовления газовых смесей волнометрическим методом, установка для ультразвуковой обработки, установка для определения смачиваемости, вакуумные насосы.</p>	
<p>Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.1215 30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.</p>	<p>Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.1215 30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.</p>	



	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**

Направление подготовки 18.06.01 Химическая технология

Направленность (профиль): Процессы и аппараты химических технологий

Дисциплина: Процессы и аппараты химических технологий

Форма обучения: очная

Учебный год 2019-2020

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии»  
протокол № 6 от "10" июня 2019 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии»

д.х.н., проф.



В.М. Воротынцев

подпись

расшифровка подписи

дата

Автор:



д.т.н., доц.

И.В. Воротынцев

подпись

расшифровка подписи

дата

**СОГЛАСОВАНО:**

Декан факультета подготовки специалистов высшей квалификации

д.т.н., доц.




Соснина Е.Н.

личная подпись

расшифровка подписи

дата

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Процессы и аппараты химических технологий»

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учеб-  
ный год

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... Г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-  
ный учебный год

**СОГЛАСОВАНО:**

Декан ФСВК

\_\_\_\_\_  
наименование факультета (института, где реализуется данное направление)    личная подпись    расшифровка подписи    дата