

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор  
по научно-педагогической работе

А.Б. Бирюков

(подпись)

« 04 » 06 2020 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В6 Нанотехнологии и наноматериалы**

Направление подготовки: 18.04.01 «Химическая технология»

Магистерская программа: Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Программа: магистратура

Форма обучения: очная, заочная


Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	87	26
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	34	8
практические (семинарские) занятия (час.)	34	8
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	59	124
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
индивидуальное задание (кол./час.)	1/9	1/9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» для 2020 года приёма.

**Составитель:**

профессор кафедры «Прикладная экология  
и охрана окружающей среды»,  
канд. хим. наук, ст. научн. сотр.

 Ю.С. Прилипко

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры «Прикладная экология и охрана окружающей среды».

Протокол от « 12 » 02 2020 года № 7

Заведующий кафедрой  В.В. Шаповалов

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Протокол от « 26 » 05 2020 года № 3

Председатель  В.В. Шаповалов

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Прикладная экология и охрана окружающей среды».

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Прикладная экология и охрана окружающей среды».

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Дисциплина рассматривает вопросы** специфических особенностей, отличий и преимуществ как наноматериалов, так и технологий их производства.

**Целью дисциплины является:** приобретение будущими специалистами теоретических знаний для работы с порошковыми наносистемами при исследованиях и в условиях их получения, обеспечивающих подготовку специалистов в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

**В результате освоения дисциплины студент должен**

**знать:**

- место наночастичек в иерархии распределения между объемными материалами и миром атомов и молекул;
- определение понятий вещество и соединение, место наноструктурных систем в иерархии миров;
- классификацию наноструктурных систем по топологическим признакам;
- основные направления создания наночастичек;
- физико-химические особенности конструирования порошковых наноматериалов и изделий;
- классификацию консолидированных наноматериалов согласно составу и формы структурных составляющих;
- размерный эффект в наноструктурных материалах и его проявление;
- главные требования к технологии получения нанопорошков и их разновидности.

**уметь:**

- использовать полученные знания в конкретных практических и производственных ситуациях;
- анализировать технологические процессы и прогнозировать ожидаемые результаты;
- учитывать влияние размера частичек на технологические параметры и свойства материалов и изделий;
- использовать необходимые методы анализа для оценки эффективности отдельных технологических стадий с целью их оптимизации;
- провести анализ технологической цепочки состав–структура–свойства–практическое применение;

**владеть:**

- навыками реализации технологий в конкретных условиях;
- методикой выполнения технологических расчетов химических формул и смесей исходных компонентов;

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);

- способность оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин «бакалавриата»:

«Неорганическая химия»;

«Физика и химия твердого тела»;

«Материаловедение и химические технологии»;

«Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

## **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий**

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ.	СР
1	Место наночастичек в иерархии распределения между объемным материалом и миром атомов и молекул.	16/16	2/0	4/1	4/1	6/14
2	Главные направления использования наноматериалов.	16/18	2/1	4/1	4/1	6/15
3	Классификация наноструктурных систем.	16/16	2/0	4/1	4/1	6/14
4	Размерный эффект в наноструктурных материалах.	17/18	2/1	4/1	4/1	7/15
5	Полидисперсные наносистемы.	17/16	2/0	4/1	4/1	7/14
6	Физико-химические методы контроля дисперсности в нанодисперсных системах.	18/17	2/0	5/1	5/1	6/15
7	Основные направления создания наночастиц.	18/17	2/1	5/1	5/1	6/14

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ.	СР
8	Релаксационные процессы в ультрадисперсных средах.	17/17	3/1	4/1	4/1	6/14
	Индивидуальное задание	9/9				9/9
	Курсовой проект	0/0				0/0
	Итого по видам занятий	144/144	17/4	34/8	34/8	59/124
	Контроль	0/0				
<b>ИТОГО</b>		<b>144</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОК-4	Темы 2, 3, 4, 8
ПК-7	Темы 1, 4, 5, 6, 7

### 3.2 Лекции

Тема 1. Место наночастичек в иерархии распределения между объемным материалом и миром атомов и молекул.

#### Содержание темы 1:

Распределение дисперсных систем на грубодисперсные и тонкодисперсные. Критический размер наночастичек. Разделы науки, изучающие нанодисперсные системы. Общая характеристика мелкозернистых и нанодисперсных сред.

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. Главные направления использования наноматериалов

#### Содержание темы 2:

Наночастицы в биотехнологии и медицине. Биологические метки и маркеры. Флюорофоры. Искусственные органы, трансплантаты, электронные стимуляторы, контактные линзы, инсулиновые помпы и др. Современное определение понятие биоматериалы.

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. Классификация наноструктурных систем

#### Содержание темы 3:

Регулярные, стохастические, фибриллярные структуры. Регулярность ламинарных структур. Матричные двухфазные системы. Основные разновидности многофазных наноструктурных систем.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. Размерный эффект в наноструктурных материалах

#### Содержание темы 4:



Что такое размерный эффект? Основные особенности проявления размерных эффектов. Изменение фазовых равновесий в наносистемах. Размерная зависимость кинетических свойств. Коэффициенты диффузии в наноструктурных материалах. Влияние размера частиц на технологические условия получения и свойства материалов.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. Полидисперсные наносистемы

Содержание темы 5:

Количественная характеристика полидисперсности. Требования к определению функции распределения частиц по размерам. Методы определения распределения частиц. Статистический анализ геометрии хаотических или случайных упаковок в пространстве.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. Физико-химические методы контроля дисперсности в нанодисперсных системах

Содержание темы 6:

Внутренняя и наружная поверхность. Седиментационный анализ. Формула Стокса. Принципы нахождения функции распределения частиц по размерам. Адсорбционные методы определения поверхности и расчет ее численного значения.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

Тема 7. Основные направления создания наночастиц

Содержание темы 7:

Дробление объемного материала с использованием механической, химической, а также других форм энергии. Синтез материалов из атомов и молекул методами физической конденсации или химических реакций. Методы растворной химии для получения нанопорошковых материалов.

Литература к теме 7: [1, 2, 3]

Тема 8. Релаксационные процессы в ультрадисперсных средах

Содержание темы 8:

Основные задачи консолидации нанодисперсных порошков. Процессы коалесценции коагуляции. Скоростное спекание. Методы скоростного компактирования нанопорошков, Горячее прессование. Спекание с контролируемой скоростью уплотнения. Микроволновое и реакционное спекание. Влияние различных добавок на снижение температуры и повышение скорости спекания.

Литература к теме 8: [1, 2, 3]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1.	Состав, структура, свойства и применение современных наноматериалов	10/2	[1, 2, 3]
2.	Расчет составов материалов, заданных формулой, а также смеси исходных компонентов при получении порошковых материалов различными методами	12/4	[1, 2, 3]
3.	Рассмотрение современных методов исследования твердых растворов и керамики с наноструктурными размерностями.	12/2	[1, 2, 3]
<b>Итого:</b>		<b>34/8</b>	

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1.	Микроскопические исследования дисперсного состава измельченных материалов.	8/2	[1, 2, 3]
2.	Реакции в твердых фазах. Исследование кинетики твердофазных реакций при образовании силиката натрия.	6/2	[1, 2, 3]
3.	Определение кинетических параметров взаимодействия молибденового ангидрида с оксидом цинка.	12/2	[1, 2, 3]
4.	Изучение электрофизических свойств пьезокерамических элементов различных форм и размеров.	8/2	[1, 2, 3]
<b>Итого:</b>		<b>34/8</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	29/34
2	Подготовка к практическим занятиям	15/45
3	Подготовка к лабораторным занятиям	15/45
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение индивидуального задания	9/9
<b>ИТОГО:</b>		<b>59/124</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным рассмотрением и описанием состава, структуры, свойств, особенностей получения нанопорошковых материалов и изделий с наноструктурными размерностями элементов и их практическое применение по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях и изучаются студентом самостоятельно.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15 страниц формата А4.

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.



### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

Экзамен учебным планом не предусмотрен.

## **4.3 Критерии оценивания**

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Нанотехнологии наноматериалы» производится в ходе текущего контроля.

**Текущий контроль** знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ, выполнения индивидуального задания; студента заочной формы обучения – по результатам практических занятий, лабораторных работ, выполнения контрольной работы.

Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение лабораторных

работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к зачету.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии. Отчёт по лабораторной работе	8	Задание выполнено правильно.
	5	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении методики расчета.
<b>Итого по практическим занятиям и лабораторным работам (максимально возможное)</b>	<b>56</b>	Из расчёта 4 лабораторных работы и 3 практических задания.
Выполнение индивидуального задания	<b>44</b>	При выполнении задания изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	<b>35</b>	Задание выполнено в целом правильно, имеются замечанию по оформлению работы
<b>ИТОГО:</b>	<b>100</b>	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии. Отчёт по лабораторной работе	8	Задание выполнено правильно.
	5	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении методики расчета.
<b>Итого по практическим занятиям и лабораторным работам (максимально возможное)</b>	<b>56</b>	Из расчёта 4 лабораторных работы и 3 практических задания.
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	<b>44</b>	При выполнении задания изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	<b>35</b>	Задание выполнено в целом правильно, имеются замечанию по оформлению работы
<b>ИТОГО:</b>	<b>100</b>	Максимально возможное

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по индивидуальному заданию. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	зачтено
80-89	B	
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	не зачтено
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере лабораторной работы «Определение кинетических параметров взаимодействия молибденового ангидрида с оксидом цинка»

1. Какая стадия реакции взаимодействия  $\text{MoO}_3$  и  $\text{ZnO}$  является лимитирующей?
2. Какой основной физико – химический параметр определяет скорость диффузии и от каких факторов он зависит?
3. Какие существуют виды диффузии и расположите их по мере убывания.
4. Какие недостатки уравнений Яндера и Крегера – Циглера?
5. Какие допущения вкладывались в схему твердофазной реакции по Яндеру?
6. Почему в уравнении кинетики твердофазных реакций в порошкообразных смесях, Яндер связывает толщину слоя продукта со степенью химического превращения одного из компонентов?
7. Какое уравнение описывает кинетику твердофазного процесса в сферическом зерне?
8. О чем свидетельствует прямолинейная зависимость функции  $G = f(\tau)$ ?
9. Какая графическая зависимость функции  $G = f(\tau)$  позволяет определить константу скорости?
10. От каких технологических факторов зависит кинетика различных физико-химических процессов?

#### 4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### I. Основная литература

1. Салахов А.М. Керамика: исследование сырья, структура, свойства [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.М. Салахов, Р.А. Салахова; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - 438 Кб. - Казань: КНИТУ, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5504.pdf>

### II Дополнительная литература

2. Луцик В.И. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Луцик, А.Е. Соболев, Ю.В. Чурсанов; ФГБОУ ВПО "Твер. гос. техн. ун-т". - 3 Мб. - Тверь : Твер. гос. техн. ун-т, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd4760.pdf>

3. Кульметьева В.Б. Перспективные композиционные и керамические материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.Б. Кульметьева, С.Е. Порозова, А.А. Сметкин; ФГБОУ ВПО "Перм. нац. исслед. политехн. ун-т". - 24 Мб. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5461.pdf>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы» для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. «Прикладная экология и охрана окружающей среды»; сост.: Ю.С. Прилипко, С.В. Горбатко. - Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

5. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Нанотехнологии и наноматериалы» для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. «Прикладная экология и охрана окружающей среды»; сост.: Ю.С. Прилипко, С.В. Горбатко. - Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к выполнению индивидуальной работы по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы» для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. «Прикладная экология и охрана окружающей среды»; сост.: Ю.С. Прилипко, С.В. Горбатко, А.А. Берестовая. - Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы» для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. «Прикладная экология и охрана окружающей среды»; сост.: Ю.С. Прилипко, А.А. Берестовая. - Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

ЭБС IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №7.402 учебный корпус 7 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.

### **7.2 Практические и лабораторные занятия:**

Учебная аудитория №7.402 учебный корпус 7 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.

Учебная лаборатория № 7.301 учебный корпус 7 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, (мультимедийное оборудование: компьютер Pentium 2.9 GHz/4 Gb ОЗУ/500 Gb HDD, монитор TFT 22" Samsung SM2243BW, операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты). Специализированное оборудование: спектрофотометр SPECORD-M40, спектрофотометр SPECORD 751R, спектрофотометр СФ-26, полярограф универсальный ПУ-1, осциллограф светолучевой Н 117/1, осциллограф универсальный запоминающий С8-13, осциллограф двухлучевой универсальный запоминающий С8-14, осциллограф двухлучевой запоминающий С8-17, микроампермилливольтметр Н-399, нановольтамперметр Р-341, вольтметр цифровой постоянного тока Щ 1413, прибор комбинированный цифровой Ш-4300, потенциометр КСП-4, усилитель напряжения постоянного тока В5-9, источник питания Б5-50, источник питания Б5-46.

Учебная лаборатория № 7.304 учебный корпус 7 для проведения

лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты. Специализированное оборудование: спектрофотометр атомно-абсорбционный С-115 ПКС; спектрофотометр атомно-абсорбционный С-600; пламенный фотометр ПФМ; ионоизмеритель универсальный ЕВ-74; шкаф сушильный 2В-151; печь муфельная СНОЛ-1,9.2,5.1/9; ультратермостат УТУ-3; ультра-термостат УТУ-2/77; весы аналитические WA-21; счетчик газовый барабанный ГСБ-400; центрифуга ЦАК-1; потенциометр КСП-4.

Учебная лаборатория № 7.313 учебный корпус 7 для проведения лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты. Специализированное оборудование: колориметр-нефелометр КФК-2МП; ионометр универсальный ЕВ-74; хроматограф "ГАОХРОМ 3101"; хроматограф "ЦВЕТ-4"; газоанализатор ГИАМ-5М; диспергатор УЗДН-1У4.2; микроскоп МИН-8; спектрофотометр СФ-16; измеритель концентрации пыли ИКП-1; весы аналитические ВЛА -200 г-м; весы технические Т-1000; счетчик газовый барабанный ГСБ-400; шкаф сушильный 2В-151; потенциометр КСП-4; микроскоп отсчетный МПБ-2; аспиратор АМ-5.

### **7.3 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.