

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра биогеоценологии и охраны природы**

**Авторы-составители: Васянин Александр Николаевич  
Санников Павел Юрьевич  
Бузмаков Сергей Алексеевич**

Рабочая программа дисциплины

**PHYSICO-CHEMICAL RESEARCH METHODS IN ENVIRONMENTAL  
ENGINEERING**

Код УМК 95374

Утверждено  
Протокол №8  
от «17» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Physico-chemical research methods in environmental engineering

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.06** Экология и природопользование  
направленность Экологическая инженерия и новая энергетика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Physico-chemical research methods in environmental engineering** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.06** Экология и природопользование (направленность : Экологическая инженерия и новая энергетика)

**ПК.1** Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок

#### **Индикаторы**

**ПК.1.1** Постановка, планирование и решение научно-исследовательских задач по закрепленной тематике

**ПК.1.2** Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования

**ПК.1.3** Анализирует, интерпретирует, обобщает полученные научные данные, представляет в виде отчетов, обзоров, научных работ

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.06 Экология и природопользование (направленность: Экологическая инженерия и новая энергетика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Physico-chemical research methods in environmental engineering**

#### **Introduction**

This section is a general introduction to analytical chemistry with respect to environmental objects.

#### **1. Analytical Chemistry for Environmental Analysis: The Basics**

Measurements and their characteristics. Basics of statistics. Analytical signal, calibration, and its characteristics.

##### **Measurements, their Characteristics, and their Role in Environmental Studies**

Measurement and its uncertainty. Operations with uncertainties.

##### **The Basics of Statistics**

The basics of statistical distributions. The normal distribution, its characteristics. Student's t-distribution, the confidence intervals of measurements,

##### **Analytical Methods and Their Performance**

Analytical signal and its characteristics: the sensitivity, the selectivity, the limits of detection.

#### **2. The Main Environmental Matrices: Air, Soil, Water**

Sampling techniques and methods of analysis of the main environmental objects. Main species of interests (analytes). Sample collection, conservation, and preparation for analysis.

##### **Objects of Environmental Analysis**

The main analytes of environmental objects. The main characteristics of environmental objects.

##### **The Importance of Sampling**

The relationship between the sampling and the performance of the overall analysis.

##### **Sampling of Water**

Instruments and techniques of water sampling.

##### **Sampling of Solids**

Instruments and techniques of the sampling of solids. Sample preparation operations: digesting.

##### **Sampling of Air**

Instruments and techniques in the air sampling for the analytes of different types

#### **3. Analytical Techniques**

The main principles of instrumental analysis. Spectroscopic, electrochemical, chromatographic techniques and their analytical characteristics

##### **Spectroscopic Techniques**

Absorption and emission techniques in the atomic and molecular spectroscopy: the principles and equipment

##### **Electrochemical Techniques**

Electrochemical techniques and their specific characteristics.

##### **Chromatographic Techniques**

The main characteristics of GC and HPLC methods and their use for environmental objects

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Pertti Hari, Kari Heli&#246;vaara, Liisa Kulmala. Physical and Physiological Forest Ecology. Springer Science+Business Media Dordrecht 2013. Online ISBN 978-94-007-5603-8. Текст электронный: // <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-5603-8> <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-5603-8>

2. S&#237;lvio Vaz Jr. Analytical Chemistry Applied to Emerging Pollutants. Springer, Cham, 2018. Online ISBN 978-3-319-74403-2. Текст электронный. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-74403-2>

### Дополнительная:

1. Danail Bonchev, Dennis H. Rouvray. Complexity in Chemistry, Biology, and Ecology. Springer Science+Business Media, Inc. 2005. Online ISBN 978-0-387-25871-3. Текст электронный: // <https://link.springer.com/book/10.1007/b136300> <https://link.springer.com/book/10.1007/b136300>

2. Dietland Muller-Schwarze. Hands-On Chemical Ecology. Simple Field and Laboratory Exercises. Springer-Verlag New York 2009. Online ISBN 978-1-4419-0378-5. Текст электронный: // <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-0378-5> <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-0378-5>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical\\_Chemistry/Book%3A\\_Analytical\\_Chemistry\\_2.1\\_\(Harvey\)/01%3A\\_Introduction\\_to\\_Analytical\\_Chemistry](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey)/01%3A_Introduction_to_Analytical_Chemistry) An overview of analytical chemistry

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical\\_Chemistry/Book%3A\\_Analytical\\_Chemistry\\_2.1\\_\(Harvey\)/03%3A\\_The\\_Vocabulary\\_of\\_Analytical\\_Chemistry](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey)/03%3A_The_Vocabulary_of_Analytical_Chemistry) Basic terms of analysis

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical\\_Chemistry/Book%3A\\_Analytical\\_Chemistry\\_2.1\\_\(Harvey\)/07%3A\\_Obtaining\\_and\\_Preparing\\_Samples\\_for\\_Analysis](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey)/07%3A_Obtaining_and_Preparing_Samples_for_Analysis) Sampling and Sample Preparation

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical\\_Chemistry/Book%3A\\_Analytical\\_Chemistry\\_2.1\\_\(Harvey\)/10%3A\\_Spectroscopic\\_Methods](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey)/10%3A_Spectroscopic_Methods) Spectroscopic Methods

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical\\_Chemistry/Book%3A\\_Analytical\\_Chemistry\\_2.1\\_\(Harvey\)/11%3A\\_Electrochemical\\_Methods](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey)/11%3A_Electrochemical_Methods) Electrochemical Methods

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical\\_Chemistry/Book%3A\\_Analytical\\_Chemistry\\_2.1\\_\(Harvey\)/12%3A\\_Chromatographic\\_and\\_Electrophoretic\\_Methods](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey)/12%3A_Chromatographic_and_Electrophoretic_Methods) Chromatographic Methods

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

Образовательный процесс по дисциплине **Physico-chemical research methods in environmental engineering** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- 1.Офисный пакет приложений «Apache OpenOffice».
- 2.Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель).
- 4.Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».
- 5.Офисный пакет приложений «LibreOffice».

Дисциплина не предусматривает использование специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине



### 1. Lecture classes

A classroom with presentation equipment (projector, notebook/PC) with appropriate software installed and whiteboard/blackboard.

### 2. Seminars

A classroom with presentation equipment (projector, notebook/PC) with appropriate software installed and whiteboard/blackboard.

### 3. Self-study

PSU library rooms.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Physico-chemical research methods in environmental engineering**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.1</b> Постановка, планирование и решение научно-исследовательских задач по закреплённой тематике</p>	<p>KNOWS the main instrumental methods of environmental analysis. IS ABLE to plan the experiment and to interpret its results</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Does not know the main instrumental methods of environmental analysis. Is not able to plan the experiment and to interpret its results</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Has pieces of knowledge of the main instrumental methods of environmental analysis. Is not able to plan the experiment and to interpret its results, to solve typical problems without the help of a teacher.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Has good knowledge of the main instrumental methods of environmental analysis. Is able to plan the experiment and to interpret its results, solves typical problems with the small help of a teacher.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Has excellent knowledge of the main instrumental methods of environmental analysis. Is able to plan the experiment and to interpret its results, solves typical problems without any help of a teacher.</p>
<p><b>ПК.1.2</b> Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования</p>	<p>KNOWS the methods of sampling in environmental analysis in field research. IS ABLE to perform sampling for collecting the samples in field research</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Shows lack of knowledge of the methods of sampling in environmental analysis in field research. Is not able to perform sampling for collecting the samples in field research even with the help of a teacher. Makes huge errors that are not able to correct</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Shows some fragmental knowledge of the methods of sampling in environmental analysis in field research. Is able to perform sampling for collecting the samples in field research with the help of a teacher. Makes some errors that are able to correct with a teacher.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Shows knowledge of the methods of sampling in environmental analysis in field research. Is able to perform sampling for collecting the samples in field research with the small help of a teacher</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Shows excellent knowledge of the methods of sampling in environmental analysis in field research. Is able to perform sampling for collecting the samples in field research</p>
<p><b>ПК.1.3</b> Анализирует, интерпретирует, обобщает полученные научные данные, представляет в виде отчетов, обзоров, научных работ</p>	<p>IS ABLE to interpret the results of the analysis and to write an analysis report.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Cannot represent a report or interpret the results of the analysis. Makes huge errors in calculations and plots, can not correct them even with help from a teacher.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Represents a report, containing the interpreted results of the analysis with errors and typos. Most errors in calculations and plots can be corrected only with help from a teacher.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Represents a report, containing the interpreted results of the analysis. Almost all calculations and plots are correct or can be corrected by the student with a little help from a teacher.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Represents a well-written report, containing the interpreted results of the analysis. All calculations and plots are correct.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Introduction <b>Входное тестирование</b>	Knowledge of the basics of chemistry
<b>ПК.1.3</b> Анализирует, интерпретирует, обобщает полученные научные данные, представляет в виде отчетов, обзоров, научных работ	1. Analytical Chemistry for Environmental Analysis: The Basics <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Basic knowledge of statistical operations with measurements
<b>ПК.1.2</b> Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования	2. The Main Environmental Matrices: Air, Soil, Water <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Knowledge of the main sampling operations with respect to the object to analyze
<b>ПК.1.3</b> Анализирует, интерпретирует, обобщает полученные научные данные, представляет в виде отчетов, обзоров, научных работ <b>ПК.1.1</b> Постановка, планирование и решение научно-исследовательских задач по закрепленной тематике	3. Analytical Techniques <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Knowledge of the basics of instrumental techniques

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Introduction

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Problem on the calculations with molarity (4 pts to pass): - 5 pts for using the correct molar mass; - 5 pts for using the correct formula for calculation the molarity; - Up to 3 pts penalty for each arithmetic error	10
Problem on the calculations of pH of the strong acid/base (5 pts to pass): - 5 pts for the correct formula with the correct concentration of H <sup>+</sup> /OH <sup>-</sup> ; - 5 pts for the correct calculation; - Up to 3 pts penalty for each arithmetic error	10
Problem on the calculations with stoichiometry/excess (4 pts to pass): - 5 pts for the correct equation of chemical reaction; - 5 pts for the correct calculation of the excess; - Up to 3 pts penalty for each arithmetic error	10

### 1. Analytical Chemistry for Environmental Analysis: The Basics

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Problem on the confidence interval calculation: Correct calculation of average: 3 Correct calculation of standard deviation: 3 Using the correct value of t: 3 Correct rounding off: 1	10
Problem on significance testing: Correct calculation of averages: 2 Correct calculation of variances: 2 Correct calculation of F <sub>exp</sub> (t <sub>exp</sub> ): 2 Using the correct values of F: 2 A correct interpretation of the test: 2	10
Problem on outliers in data: Correct calculation of the gap: 1 Correct calculation of the margin(s): 1 Correct calculation of the Q <sub>exp</sub> : 1 Using the correct Q value: 1 A correct interpretation of the Q-test: 2	6
Problem on significant figures: Correct underlining the significant figures of each operand: 1 Correct aligning of the summands: 2 Correct the final rounding off: 1	4

### 2. The Main Environmental Matrices: Air, Soil, Water

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Test (quiz, 5 questions) on the basic operations of sample preparation. 3 points to pass	5
Test (quiz, 5 questions) on the sampling plan. 2 points to pass	5
Test (quiz, 5 questions) on the soil preparation. 2 points to pass	5
Test (quiz, 5 questions) on the air sampling. 2 points to pass	5

Test (quiz, 5 questions) on the water sampling. 2 points to pass	5
Test (quiz, 5 questions) on the terminology of sampling. 2 points to pass	5

### 3. Analytical Techniques

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Test (quiz, 10 questions) on the fundamentals of spectroscopical methods. 4 correct answers to pass	10
Written problem on basic calculations. 5 points to pass	10
Test (quiz, 10 questions) on the fundamentals of chromatographic methods. 4 correct answers to pass	10
Test (quiz, 10 questions) on the fundamentals of electrochemical methods. 4 correct answers to pass	10