

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра физики неравновесных процессов метрологии и экологии  
им. И.Л. Повха

УТВЕРЖДАЮ  
проректор

\_\_\_\_\_ П. А. Машаров  
«17» апреля 2025 г.  
МП

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

|                                                    |                                                          |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Укрупненная группа направлений подготовки          | 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство |
| Программа высшего образования                      | Программа бакалавриата                                   |
| Направление подготовки                             | 20.03.01 Техносферная безопасность                       |
| Направленность (профиль) образовательной программы | Техносферная безопасность                                |
| Специализация                                      |                                                          |
| Квалификация                                       | Бакалавр                                                 |
| Форма обучения                                     | Очная, заочная                                           |

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Системный анализ окружающей среды»** для обучающихся по направлению подготовки и 20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 мая 2020 г. N 680 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

старший преподаватель кафедры физики  
неравновесных процессов, метрологии и экологии  
им. И.Л. Повха

А.Ю. Собко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры физики неравновесных процессов  
метрологии и экологии им. И.Л. Повха  
Протокол от 03.04.2025 г. № 16.

Заведующий кафедрой

П. В. Асланов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета  
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.  
Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы,  
доц., канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.  
03.04.2025 г.

П. В. Асланов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

Общая экология, Науки о Земле, Ноксология.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Управление охраной окружающей среды, Математическое моделирование процессов в окружающей среде

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя                         | Значение показателя                                                     |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Название образовательной программы              | 20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ОД.9 Системный анализ окружающей среды                             |
| Часть образовательной программы                 | Вариативная часть (формируемая участниками образовательных отношений)   |
| Количество зачетных единиц / всего часов        | 3 / 108                                                                 |

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов |              |              |                                   |       | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
|                |      |         | лекционных             | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего |                |
| Очная          | 3    | 5       | 30                     | 30           |              | 48                                | 108   | экзамен        |
| Заочная        | 3    | 6       | 6                      | 6            |              | 96                                | 108   | экзамен        |

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Приобретение и систематизация знаний в области системного анализа как необходимых элементов профессиональной подготовки инженеров; формирование у студентов системного мышления, теоретической и практической базы системных исследований при анализе экологических проблем.

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И  
ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

**4.1. Компетенции**

| Компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Индикаторы                                                                                                                                                  | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>ОПК-1.</b><br/>Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека</p> | <p style="text-align: center;"><b>ОПК-1.1</b><br/>Способен применять системный подход для решения задач в области обеспечения техносферной безопасности</p> | <p>ОПК-1.1.1 Знать: основные понятия и определения системного анализа, методы и категории системного анализа теоретические основы системного анализа и синтеза при математическом моделировании в экологии; аналитические и численные методы для моделирования и анализа экосистем, основные понятия и методы теории графов, теории вероятностей и математической статистики.</p> <p>ОПК-1.1.2 Уметь: проводить комплексный системный анализ изучаемых объектов и систем, выделять основные компоненты и связи в системе, строить концептуальную и имитационную модель рассматриваемой системы; использовать аналитические и численные методы для моделирования и анализа экосистем с использованием методов теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики</p> <p>ОПК-1.1.3 Владеть: навыками системного анализа основных диагностических показателей экологического состояния и функционального качества базовых компонентов природных, агро-, урбо- и техноэкосистем; методами оценки репрезентативности материала при моделировании экосистем; навыками работы с современной аппаратурой и программным обеспечением компьютерных технологии при проектировании моделей</p> |

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Темы                                            | Вопросы темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Основы теории систем                         | Исторические предпосылки возникновения общей теории систем. Системные взгляды А. Богданова, Л. Берталани, Н. Винера. Предмет и содержание общей теории систем. Категория системы, ее свойства и признаки. Структура системы, виды структур, целостность системы, структурная схема системы. Связи в системе (направленные и ненаправленные связи, прямые и обратные связи, связи подчинения, порождения и управления). Системообразующие и системоразрушающие факторы.                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. Основы системного анализа                    | Сущность и задачи системного анализа. Основные принципы системного анализа. Этапы и последовательность системного анализа. Алгоритм решения задач системного исследования конкретной проблемы. Дескриптивные и конструктивные определения в системном анализе. Основные функции системного анализа. Основные принципы системного анализа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3. Методы системного анализа.                   | Неформализованные методы системного анализа: «мозговая атака», метод экспертных оценок, метод «Дельфи», диагностические методы, метод дерева целей. Формализованные методы системного анализа: матричные, сетевые, статистические, математическое программирование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. Системный анализ в экологии                  | Системный подход в экологии. Этапы системного исследования экосистемы. Сущность метода моделирования в экологии. Моделирующее отображение. Огрубляющее и гомоморфное отображение в моделировании. Интерпретация модели. Классификация моделей. Использование ориентированных графов при описании динамических процессов в экологических системах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5. Анализ и моделирование сообществ и экосистем | Модели экосистем. Модель «черного ящика». Сложности построения модели «черного ящика». Модель состава системы. Компоненты модели состава. Модель структуры системы. Структурная схема системы, графы. Динамические модели систем. Отражение динамики системы. Функционирование и развитие системы. Модели роста численности популяции. Модель взаимодействия хищника и жертвы. Модели загрязнения природной среды. Эколого-экономические модели. Модели демографических, экологических, экономических и природоохранных процессов. Модели переноса загрязнений в атмосфере, речных системах и озерных водоемах. Модели переноса в атмосфере. Имитационная компьютерная модель экосистемы. |

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

| Наименования разделов и тем                     | Количество часов |        |        |       |       |
|-------------------------------------------------|------------------|--------|--------|-------|-------|
|                                                 | Лекц.            | Лабор. | Практ. | СРС+К | Всего |
| 1. Основы теории систем                         | 6                | 6      | 0      | 8     | 20    |
| 2. Основы системного анализа                    | 6                | 6      | 0      | 10    | 22    |
| 3. Методы системного анализа                    | 6                | 6      | 0      | 10    | 22    |
| 4. Системный анализ в экологии                  | 6                | 6      | 0      | 10    | 22    |
| 5. Анализ и моделирование сообществ и экосистем | 6                | 6      | 0      | 10    | 22    |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР                                | 30               | 30     | 0      | 48    | 108   |

### 6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 6

| Наименования разделов и тем                     | Количество часов |        |        |       |       |
|-------------------------------------------------|------------------|--------|--------|-------|-------|
|                                                 | Лекц.            | Лабор. | Практ. | СРС+К | Всего |
| 1. Основы теории систем                         | 1                | 1      | 0      | 18    | 20    |
| 2. Основы системного анализа                    | 1                | 1      | 0      | 18    | 20    |
| 3. Методы системного анализа.                   | 1                | 1      | 0      | 20    | 22    |
| 4. Системный анализ в экологии                  | 1                | 1      | 0      | 20    | 22    |
| 5. Анализ и моделирование сообществ и экосистем | 2                | 2      | 0      | 20    | 24    |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР                                | 6                | 6      | 0      | 96    | 108   |

## 7. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Название занятия                                               | Количество часов |
|-------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| 1     | Построение концептуальных моделей сложных систем               | 6                |
| 2     | Моделирование систем с помощью ориентированных графов          | 6                |
| 3     | Имитационный метод описания динамических систем                | 6                |
| 4     | Определение устойчивости сложных систем                        | 6                |
| 5     | Модели распространения загрязняющих веществ в окружающей среде | 6                |
|       | ВСЕГО                                                          | 30               |

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1 Контрольные вопросы

1. Системы, ее свойства и закономерности функционирования и развития
2. Системность – общее свойство материи.
3. Системность в практической деятельности человека.
4. Системность познавательных процессов.
5. Системность окружающего мира.
6. Системный подход.

7. Определение системы. Развитие определения системы.
8. Окружающая среда. Система и среда.
9. Структура системы.
10. Принципы системности и комплексности.
11. Состояние и функционирование систем.
12. Принцип моделирования.
13. Системы и закономерности их функционирования и развития.
14. Историчность. Жизненный цикл системы. Рождение, развитие и гибель системы.
15. Системная закономерность эмерджентности в экономике.
16. Прогрессирующая факторизация. Прогрессирующая систематизация.
17. Иерархическая упорядоченность системы.
18. Системная закономерность коммуникативность.
19. Потенциальная эффективность системы. Эквивалентность.
20. Энтропия и неэнтропия.
21. Системная закономерность самоорганизации.
22. Закономерность неравномерного развития системы
23. Закономерность полноты частей системы.
24. Явление полисистемности.
25. Системная закономерность «наиболее слабых мест».
26. Принцип Парето.
27. Противоречия и их роль в системе.
28. Методы и модели теории систем.
29. Подходы к моделированию систем.
30. Классификация методов моделирования систем.
31. Методы формализованного представления систем.
32. Методы активизации интуиции и опыта специалистов.
33. Выбор метода моделирования систем.
34. Постепенная формализация моделей.
35. Управляемость, достижимость, устойчивость.
36. Системный подход к прогнозированию.
37. Основы системного анализа
38. Задачи системного анализа.
39. Понятие о методологии и методике системного анализа.
40. Базовая методика системного анализа.

## 9. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний, обучающихся по дисциплине, проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

| Номера разделов             | Виды работ                                | Максимальное количество баллов |
|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| 1-5                         | Организационно-учебная работа в аудитории | 10                             |
|                             | Лабораторные работы                       | 30                             |
|                             | Подготовка и защита реферата              | 20                             |
| ИТОГО                       |                                           | 60                             |
| Итоговой контроль (экзамен) |                                           | 40                             |
| Общий итог за семестр       |                                           | 100                            |

## Соответствие баллов оценке

| Количество баллов<br>из 100 | ECTS | Оценка по пятибалльной шкале      |            |
|-----------------------------|------|-----------------------------------|------------|
|                             |      | Экзамен, дифференцированный зачет | Зачет      |
| 90-100                      | A    | отлично                           | зачтено    |
| 80-89                       | B    | хорошо                            | зачтено    |
| 75-79                       | C    |                                   | зачтено    |
| 70-74                       | D    | удовлетворительно                 | зачтено    |
| 60-69                       | E    |                                   | зачтено    |
| 35-59                       | FX   | неудовлетворительно               | не зачтено |
| 0-34                        | F    |                                   | не зачтено |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для обучающихся, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, материально-техническая база учебных лабораторий кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха (ауд. 232, 260).

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## 11.1 Основная литература

1. Вдовин В.М., Суркова Л.Е., Валентинов В.А. Теория систем и системный анализ: Учебник для бакалавров. – Изд-во Дашков и К., 2013 – 644 с.
2. Системный анализ и математическое моделирование сложных экологических и экономических систем. Теоретические основы и приложения : монография / отв. ред. Ф.А. Сурков, В.В. Селютин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015 – 162 с.
3. Чернышов, В.Н. Системный анализ и моделирование при разработке экспертных систем : учебное пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012 – 128 с.
4. Введение в математическую экологию: учебно-методическое пособие / Ш.Х. Зарипов/ - Казань: Изд-во Казанского федерального университета, 2010. - 47 с.
5. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 357 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003818-6



### 11.2 Дополнительная литература

1. Говорушко С.М. Взаимодействие человека с окружающей средой. Влияние геологических, геоморфологических, метеорологических и гидрологических процессов на человеческую деятельность. – М.: Константа: Акад. проект, 2007 – 625 с.
2. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем: учебное пособие / В.М. Казиев. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 243 с
3. Губанов, В. А. Введение в системный анализ : учеб. пособие / В. А. Губанов, В. В. Захаров, А. Н. Коваленко ; Ленинградский гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. - 230 с
4. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ : [Учеб. пособие для вузов] / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. - М. : Высш. шк., 1989. - 367 с

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

## 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).