МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Картографический факультет
Кафедра космического мониторинга и экологии

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5BFEE1D286E9C95A0C0D2C611E434BD5
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 23.09.2026 по 17.12.2027

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.03.01 УРБАНИЗИРОВАННАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность(профиль) подготовки: Экология и природопользование

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2026

**Разработчики:**
Доцент кафедры Космического мониторинга и экологии, кандидат биологических наук Кузнецова Г. Д.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 894

Согласование и утверждение

| № | Подразделение | Ответственное лицо | ФИО | Виза | Дата, протокол (при наличии) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Картографический факультет | Председатель ученого совета факультета | Загребин Г. И. | Рассмотрено | 26.12.2025, № 6/25 |

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - Сформировать у студентов системное представление об урбанизированной среде как сложной социально-эколого-экономической системе, основных экологических проблемах городов, а также о принципах, инструментах и технологиях устойчивого развития городских территорий, обеспечивающих экологическую безопасность и комфортную среду обитания человека.

Задачи изучения дисциплины:

- Аналитическая: Изучить структуру и функционирование города как урбоэкосистемы, выявить основные антропогенные воздействия на компоненты окружающей среды на урбанизированных территориях (атмосфера, гидросфера, литосфера, биота).;
- Технологическая: Освоить современные методы и технологии сбора, накопления, транспортирования, переработки и размещения отходов производства и потребления в городских условиях, включая принципы экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики).;
- Управленческая: Овладеть подходами к оценке экологической устойчивости городских систем, инструментами «зелёного» строительства, ландшафтно-геоэкологического проектирования и мониторинга для разработки мероприятий по защите окружающей среды в населённых пунктах..

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-1 Способен осуществлять методическую работу в организации в сфере обращения с отходами.

ПК-1.4 Организует и контролирует работу по сбору, накоплению, транспортированию и размещению отходов.

*Знать:*

ПК-1.4/Зн2 Основные экологические проблемы урбанизированных территорий: загрязнение атмосферного воздуха, водных объектов и почв; городской остров тепла; шумовое загрязнение; утрата биоразнообразия и зелёных насаждений.

ПК-1.4/Зн4 Классификацию отходов производства и потребления (ТКО, промышленные, опасные, строительные, биологические); морфологический и компонентный состав городских отходов; нормативно-правовую базу обращения с отходами в РФ (ФЗ № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», территориальные схемы обращения с отходами).

ПК-1.4/Зн5 Основные технологии сбора, сортировки, транспортирования, переработки (механической, термической, биологической) и захоронения отходов, а также принципы иерархии управления отходами (предотвращение → повторное использование → переработка → компостирование → захоронение).

*Уметь:*

ПК-1.4/Ум3 Анализировать градостроительные и инфраструктурные решения с позиций их экологической эффективности и предлагать меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

ПК-1.4/Ум4 Оценивать объёмы и морфологический состав образующихся отходов для конкретной городской территории (район, микрорайон, город) и обосновывать выбор оптимальной системы сбора и вывоза.

ПК-1.4/Ум5 Производить упрощённый расчёт потребности в мощностях по переработке и размещению отходов, оценивать экологические риски, связанные с полигонами ТКО и несанкционированными свалками.

*Владеть:*

ПК-1.4/Нв2 Навыками сбора, систематизации и интерпретации данных экологического мониторинга урбанизированных территорий.

ПК-1.4/Нв3 Навыками разработки простых рекомендаций по повышению экологической устойчивости городских систем (озеленение, управление ливневыми стоками, энергоэффективность, обращение с отходами).

ПК-1.4/Нв5 Навыками критической оценки территориальных схем обращения с отходами и разработки предложений по их совершенствованию с учётом принципов циркулярной экономики.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.03.01 «Урбанизированная среда и устойчивое развитие» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

## 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

| Период обучения | Общая трудоемкость (часы) | Общая трудоемкость (ЗЕТ) | Практические занятия (часы) | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | 72 | 2 | 36 | 36 | Зачет |
| Всего | 72 | 2 | 36 | 36 | |

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

| Наименование раздела, темы | Всего | Практические занятия | Самостоятельная работа | Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы |
|---|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Урбоэкосистема: структура, функции и экологические проблемы** | **24** | **12** | **12** | ПК-1.4 |
| Тема 1.1. Город как экосистема. Урбанизация и её экологические последствия | 8 | 4 | 4 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Тема 1.2. Загрязнение атмосферного воздуха в городах | 8 | 4 | 4 | |
| Тема 1.3. Загрязнение водных объектов и почв на урбанизированных территориях | 8 | 4 | 4 | |
| **Раздел 2. Управление отходами в урбанизированной среде** | **24** | **12** | **12** | ПК-1.4 |
| Тема 2.1. Отходы города: классификация, объёмы, состав и проблемы обращения | 8 | 4 | 4 | |
| Тема 2.2. Технологии переработки, обезвреживания и захоронения отходов | 8 | 4 | 4 | |
| Тема 2.3. Циркулярная экономика и устойчивое управление отходами | 8 | 4 | 4 | |
| **Раздел 3. Устойчивое развитие городов: принципы, инструменты, практики** | **24** | **12** | **12** | ПК-1.4 |
| Тема 3.1. Принципы и индикаторы устойчивого развития городской среды | 8 | 4 | 4 | |
| Тема 3.2. Инструменты устойчивого развития: зелёная инфраструктура, энергоэффективность, адаптация к климату | 8 | 4 | 4 | |
| Тема 3.3. Защита портфолио практических работ | 8 | 4 | 4 | |
| **Итого** | **72** | **36** | **36** | |

### 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

***Раздел 1. Урбоэкосистема: структура, функции и экологические проблемы***

*Тема 1.1. Город как экосистема. Урбанизация и её экологические последствия*

Определение урбоэкосистемы, её структурные элементы (население, инфраструктура, зелёные зоны, природно-территориальные комплексы). Этапы урбанизации и её масштабы в мире и России. Основные экологические последствия урбанизации: изменение микроклимата, гидрологического режима, биогеохимических циклов, утрата природных ландшафтов.

Практические занятия (занятия 1–2): 1) Составление картосхемы функционального зонирования города (на примере своего населённого пункта) с выделением селитебной, промышленной, рекреационной и санитарно-защитной зон. 2) Расчёт индекса урбанизации и плотности застройки для заданных микрорайонов, сравнение экологической нагрузки.

*Тема 1.2. Загрязнение атмосферного воздуха в городах*

Основные источники загрязнения (стационарные — промышленность, ТЭЦ; передвижные — автотранспорт). Приоритетные загрязнители (взвешенные вещества, оксиды азота и серы, CO, бенз(а)пирен, формальдегид, диоксины). Зоны влияния промышленных предприятий. Влияние загрязнения воздуха на здоровье населения.

Практические занятия (занятия 3–4): 1) Построение карты рассеивания выбросов от точечного источника (по упрощённой модели Гаусса) для заданных метеоусловий. 2) Оценка уровня загрязнения воздуха по индексу ИЗА (индекс загрязнения атмосферы) на основе данных стационарных постов наблюдения.

*Тема 1.3. Загрязнение водных объектов и почв на урбанизированных территориях*

Поверхностный сток в городах: ливневая канализация, смыв загрязнений с дорог и крыш. Загрязнение рек и водоёмов в черте города (нефтепродукты, тяжёлые металлы, биогенные элементы, фенолы). Проблема качества питьевой воды. Загрязнение городских почв: тяжёлые металлы, соли, нефтепродукты, уплотнение, нарушение почвенного профиля.

Практические занятия (занятия 5–6): 1) Расчёт годового объёма поверхностного стока с селитебной территории и массы смываемых загрязняющих веществ (по заданным концентрациям). 2) Оценка степени загрязнения почвы тяжёлыми металлами по данным проб (расчёт коэффициентов концентрации и суммарного показателя загрязнения Zc).

***Раздел 2. Управление отходами в урбанизированной среде***

*Тема 2.1. Отходы города: классификация, объёмы, состав и проблемы обращения*

Классификация отходов: ТКО, промышленные, строительные, биологические, опасные. Морфологический состав ТКО в разных странах и климатических зонах. Динамика образования отходов в России. Проблемы сбора и транспортирования: высокая запаркованность дворов, сложность обслуживания индивидуальной застройки.

Практические занятия (занятия 7–8): 1) Проведение морфологического анализа ТКО по заданному составу (расчёт доли пищевых, бумажных, полимерных, стеклянных, металлических отходов) и построение диаграммы. 2) Оценка эффективности существующей системы сбора отходов в микрорайоне (расчёт охвата населения раздельным сбором, количества контейнеров, частоты вывоза).

*Тема 2.2. Технологии переработки, обезвреживания и захоронения отходов*

Механическая сортировка и прессование. Термические методы: сжигание (мусоросжигательные заводы), пиролиз, газификация. Биологические методы: компостирование, анаэробное сбраживание. Полигоны ТКО: устройство, требования, экологические риски (фильтрат, биогаз, эмиссия парниковых газов). Проблемы утилизации опасных отходов (батарейки, ртутные лампы, медицинские отходы).

Практическое занятие (занятие 9): Промежуточная защита. Выполнение кейс-задания: для заданного города (условного) выбрать оптимальную технологическую схему обращения с ТКО с учётом объёмов, морфологического состава, климатических условий и экономических ограничений. Обосновать выбор. Защита в форме краткой презентации + устный опрос по темам 1–5.

*Тема 2.3. Циркулярная экономика и устойчивое управление отходами*

Иерархия управления отходами (Zero Waste Hierarchy). Принципы экономики замкнутого цикла: предотвращение образования отходов, повторное использование, рециклинг, рекуперация энергии, захоронение как крайняя мера. Раздельный сбор и сортировка как основа циркулярной модели. Роль производителей (расширенная ответственность производителя — РОП). «Зелёные» закупки и экодизайн.
Практические занятия (занятия 10–11): 1) Разработка концепции раздельного сбора отходов для жилого комплекса (с указанием видов контейнеров, мест размещения, графика вывоза и предполагаемого процента вовлечения во вторичную переработку). 2) Расчёт экономической эффективности перехода от захоронения к переработке (сравнение затрат и доходов от продажи вторсырья) для заданного объёма ТКО.

***Раздел 3. Устойчивое развитие городов: принципы, инструменты, практики***

*Тема 3.1. Принципы и индикаторы устойчивого развития городской среды*

Концепция устойчивого развития и ЦУР ООН (Цель 11). Устойчивый город: критерии (экологическая безопасность, социальная справедливость, экономическая эффективность). Индикаторы устойчивости: качество воздуха, озеленённость, доля ВИЭ, доля переработанных отходов, доступность зелёных зон, уровень шума, транспортная доступность.
Практические занятия (занятия 12–13): 1) Расчёт интегрального индекса устойчивости для двух районов города (по заданным показателям) и сравнительный анализ. 2) Оценка выполнения ЦУР 11 для условного города по доступным данным (прогресс в решении жилищной проблемы, транспортной доступности, озеленении, обращении с отходами).

*Тема 3.2. Инструменты устойчивого развития: зелёная инфраструктура, энергоэффективность, адаптация к климату*

Зелёная инфраструктура: парки, скверы, зелёные крыши, вертикальное озеленение, дождевые сады, биоплато. Роль природы в городе: снижение теплового стресса, очистка воздуха, управление ливневыми стоками, поддержание биоразнообразия. Энергоэффективность зданий и умные сети (smart grids). Адаптация городов к изменению климата (управление тепловыми волнами, наводнениями).
Практические занятия (занятия 14–17): 1) Проектирование зелёной инфраструктуры для заданного участка (микрорайона) с расчётом площади зелёных насаждений, объёма задержанного ливневого стока и снижения температуры. 2) Оценка энергоэффективности жилого здания по удельным теплопотерям и предложение мер по её повышению (утепление, солнечные панели, рекуперация тепла). 3) Разработка плана адаптации условного прибрежного города к повышению уровня моря и штормовым нагонам. 4) Анализ успешных мировых практик «зелёных» городов (Копенгаген, Сингапур, Фрайбург) и их применимость в российских условиях.

*Тема 3.3. Защита портфолио практических работ*

Каждый студент представляет 2–3 наиболее значимые работы из своего портфолио. Устный опрос по контрольным вопросам (4 вопроса из разных тем). Выставление зачёта.

## 6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

*Промежуточная аттестация: Зачет, 5 семестр.*

## 7. Оценочные материалы текущего контроля

## 8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*5 семестр, Зачет*
*Контролируемые ИДК: ПК-1.4*
Вопросы/Задания:

1. 1. Дайте определение урбоэкосистемы. Назовите её основные структурные элементы и охарактеризуйте связи между ними.
2. Перечислите основные экологические последствия урбанизации (не менее 5). В чём заключается феномен «городского острова тепла»?
3. Какие изменения в гидрологическом режиме и биогеохимических циклах происходят на урбанизированных территориях?
4. Чем отличается структура землепользования в городе от природного ландшафта, и какие экологические последствия это имеет?

2. 5. Назовите основные источники загрязнения атмосферного воздуха в городах. Какие загрязняющие вещества являются приоритетными?
6. Что такое ИЗА (индекс загрязнения атмосферы) и как он рассчитывается? Какие классы загрязнения выделяют?
7. Охарактеризуйте влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения (острые и хронические эффекты).
8. Какие метеорологические условия способствуют накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы?

3. 9. Назовите основные источники загрязнения поверхностных вод в городах. Что такое ливневый сток и чем он опасен?
10. Какие загрязняющие вещества характерны для городских сточных вод и почв?
11. Каковы основные причины ухудшения качества питьевой воды в городах?
12. Что такое суммарный показатель загрязнения почв (Zc)? Как он рассчитывается и как интерпретируется?

4. 13. Дайте классификацию отходов производства и потребления. Что такое ТКО и каков их морфологический состав?
14. Каковы основные проблемы сбора и транспортирования ТКО в современных российских городах?
15. Какие факторы влияют на объём образования ТКО на душу населения?
16. Что такое территориальная схема обращения с отходами и для чего она разрабатывается?

5. 17. Опишите основные этапы механической сортировки ТКО. Какие фракции могут быть выделены?
18. Сравните термические (сжигание, пиролиз) и биологические (компостирование, анаэробное сбраживание) методы обезвреживания отходов по экологической и экономической эффективности.
19. Каковы основные экологические риски эксплуатации полигонов ТКО (фильтрат, биогаз, эмиссия парниковых газов)?
20. Какие проблемы существуют в сфере утилизации опасных отходов в городских условиях?

6. 21. Что такое иерархия управления отходами (Zero Waste Hierarchy)? Какое место в ней занимает захоронение?
22. Раскройте принципы экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики) применительно к управлению отходами.
23. Что такое расширенная ответственность производителя (РОП)? Как этот механизм работает в России?
24. Каковы основные барьеры на пути внедрения раздельного сбора отходов в российских городах?

7. 25. Сформулируйте определение устойчивого развития города. Какие три составляющие (экологическая, социальная, экономическая) в него входят?
26. Какие индикаторы используются для оценки устойчивости городской среды (приведите не менее 5)?
27. Что такое ЦУР ООН и какая из целей непосредственно относится к городам (Цель 11)?
28. Как оценивается прогресс в достижении устойчивого развития на муниципальном уровне?

8. 29. Что такое зелёная инфраструктура? Приведите примеры элементов зелёной инфраструктуры и их экологических функций.
30. Как зелёные насаждения влияют на микроклимат города и качество атмосферного воздуха?
31. Какие меры могут быть приняты для повышения энергоэффективности жилых зданий в городах?
32. Каковы основные направления адаптации городов к изменению климата (тепловые волны, наводнения)?

## 9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

*Основная литература*

1. Осипова Н. А. Устойчивое развитие / Н. А. Осипова, А. М. Межибор, С. В. Азарова. - Томск: ТПУ, 2017. - 173 с. - 978-5-4387-0771-4. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/106773 - Режим доступа: по подписке

2. Дорофеева М. М. Урбоэкология: учебное пособие для бакалавров по направлениям подготовки 05.03.06 «экология и природопользование», 35.03.10 «ландшафтная архитектура», 21.03.02 «землеустройство и кадастры», 09.03.02 «информационные системы и технологии» / М. М. Дорофеева, Т. А. Ищук. - Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2023. - 232 с. - 978-5-9239-1428-3. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/393779 - Режим доступа: по подписке

*Дополнительная литература*

1. Губейдуллина А. Х. Урбоэкология и мониторинг: методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «урбоэкология и мониторинг» для подготовки бакалавров по направлению 35.03.10 «ландшафтная архитектура» / А. Х. Губейдуллина. - Казань: КГАУ, 2018. - 24 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/138609 - Режим доступа: по подписке

2. Зеленская Т. Г. Урбоэкология: учебное пособие (курс лекций) / Т. Г. Зеленская, Е. Е. Степаненко, В. А. Халикова. - Урбоэкология - Ставрополь: АГРУС, 2024. - 80 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/148275.html - Режим доступа: по подписке

3. Малахова Н. А. Урбоэкология и мониторинг: методические указания для практических занятий и самостоятельной работы / Н. А. Малахова. - Новосибирск: НГАУ, 2023. - 42 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/406139 - Режим доступа: по подписке

### 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

*Профессиональные базы данных*

Не используются.

*Ресурсы «Интернет»*

1. http://www.elibrary.ru/ - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
2. https://ecologyras.ru/ - Журнал «Экология»
3. https://cyberleninka.ru/ - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science)

### 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

*Перечень программного обеспечения*
*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем*
*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

### 9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Интерактивная панель - 1 шт.

## 10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

***Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами***

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.