

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

АГРАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРИНЯТА

Ученым Советом АТИ

Протокол 2021-01-08/11 от 12.04.2022

ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру

по группе научных специальностей

1.5. «Биологические науки»

специальность:

1.5.15. Экология

Программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Экология.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания по специальной дисциплине при приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на группу специальностей 1.5. «Биологические науки» проводятся в форме теста, формируемого электронной системой сопровождения экзаменов (ЭССЭ) методом случайной выборки заданий из подготовленного банка тестовых заданий, с автоматической проверкой ЭССЭ правильности выполненных заданий (компьютерный тест).

Компьютерный тест состоит из 50 вопросов с множественным выбором ответа: с выбором одного правильного ответа из множества, с выбором нескольких правильных ответов из множества, вопросы на соответствия. Тест состоит из двух частей: 10 вопросов теста - основная часть программы, 40 вопросов – специальная часть программы, в соответствии с выбранным профилем подготовки, включая 15 вопросов - Modeling urban ecosystems (Моделирование городских экосистем) и 25 – Urban ecology (Урбоэкология). На выполнение всего теста отводится 60 минут.

Тест оценивается из 100 баллов. Для вопросов с выбором одного правильного ответа: за правильный ответ начисляется 1,5 балла, за неправильный - ноль. Для вопросов с выбором нескольких правильных ответов и вопросов на соответствия: за полный правильный ответ начисляется 4 балла, за частичный правильный ответ - учитывается каждая правильная часть ответа в процентном отношении.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 1.5.15. Экология

Настоящая программа, предназначенная для подготовки абитуриентов к поступлению в аспирантуру по специальности 1.5.15. Экология, составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта и Образовательного стандарта РУДН.

В рамках данного экзамена поступающий в аспирантуру должен показать хорошие знания в области общей экологии, охраны окружающей среды и урбоэкологии: принципы и методы экологической оценки и оценки воздействия на окружающую среду, характерные свойства урбоэкосистем и их компонентов (атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды, зеленые насаждения, почвы), принципы взаимодействия между компонентами урбоэкосистем и человеком; методические подходы к мониторингу, оценки и моделированию состояния экосистем и их компонентов; принципы

экологического нормирования; глобальные цели устойчивого развития, анализ и оценка экосистемных сервисов, развитие природоподобных технологий (nature-based solutions).

Содержание вступительного экзамена в аспирантуру по специальности

1.5.15. Экология

Раздел: Общая экология Экология организмов, популяций, сообществ. Экосистема. Биосфера. Гомеостаз. Стресс. Различные уровни устойчивости к стрессам. Адаптация к условиям среды. Способы адаптации. Экологические группы. Экологические шкалы. Жизненные формы. Экологические стратегии. R – стратеги и K – стратеги по МакАртуру и Уилсону. Виоленты, пациенты и эксплеренты по Раменскому. Рудералы. Конкуренты. Стресс-толернаты. Экологическая ниша. Фундаментальная и реализованная экологическая ниша. Экологические факторы. Свет и тепло как экологический фактор. Количественные характеристики принимаемого растениями света. Общее поступление солнца на земную поверхность. Радиационный баланс. Закономерности распределения солнечной радиации. Зональность распределения солнечной радиации. Фотосинтез. Тепловой режим местообитаний. Механизмы устойчивости к высоким и низким температурам. Вода как экологический фактор. Водный режим местообитаний. Относительная влажность воздуха. Водный режим почвы. Воздух как экологический фактор. Атмосфера как компонент геосистемы. Физические и химические свойства воздуха. Состав атмосферы. Теплоемкость и теплопроводность атмосферы. Почва как экологический фактор. Почва как природное тело, биокосное тело и многофазная система. Биотические и абиотические компоненты в почве.

Раздел: Экология города

Урбоэкология – экология города. Город как объект урбоэкологии. Города древности и современности. Урбанизация как процесс увеличения численности городских поселений, приводящий к росту и развитию городов. Урбанизация природы как превращение естественных ландшафтов в искусственные под влиянием городской застройки. Функциональный и формальный подход к определению термина «город». Свойства города: урбанистическая концентрация, многофункциональность, динамизм, контакт с пригородами, саморазвитие, историческая многослойность. Структура городской территории. Функциональное зонирование городов. Среда, окружающая горожанина, как совокупность абиотической и социальной сред. Антропогенный (городской) ландшафт.

Раздел: Почва, вода, атмосферный воздух как компоненты урбозкосистем

Антропогенные отложения. Классификация антропогенных отложений. Генезис антропогенных отложений. Химические и физические свойства антропогенных отложений. Культурный слой. Антропогенное воздействие на гидросферу. Физическое воздействие на водные объекты. Изменение русла и поймы, площади водосбора, характеристик поверхности водосбора (запечатывание, ливневая канализация). Сточные воды. Источники формирования сточных вод. Особенности химических и физических свойств сточных вод. Содержание поллютантов в сточных водах различного происхождения. Очистка сточных вод. Физические, физико-химические, химические, термические и биологические способы очистки сточных вод. Загрязнение атмосферы. Классификация основных загрязнителей. Предельные допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Источники загрязнения атмосферы. Классификация промышленных предприятий по опасности загрязнения. Последствия загрязнения атмосферы.

Раздел: Городской климат

Атмосферные процессы. Погода и климат. Тепловое загрязнение атмосферы. Антропогенное изменение радиационного баланса. Парниковые газы и глобальное потепление. Рамочная конвенция по изменению климата. Межправительственная панель по изменению климата (IPCC). Киотский протокол и пост-киотские соглашения. Россия и киотский протокол. Эффект теплового острова и теплового купола. Эффект городского каньона. Оценка климатической комфортности. Городские мезоклиматические аномалии и их последствия.

Раздел: Городская зеленая инфраструктура

Растительный покров и техногенез. Изменение экологических факторов произрастания растений: климатический, эдафический, гидрологический. Снижение биоразнообразия. Категории растительности по устойчивости к антропогенному воздействию. Функции растительного покрова в техногенном ландшафте. Санитарно-защитные зоны. Выбор культур для санитарно-защитных зон. Устройство санитарно-защитных зон, пыле- и шумозащитных полос. Правила создания и ухода за зелеными насаждениями. Природный комплекс. Экологические и техногенные факторы произрастания растений в условиях города. Состав городской растительности: местные, интродуцированные и адвентивные виды. Особенности городской растительности: преобладание лиственных видов, сокращение биоразнообразия. Культурные и рудеральные травянистые растения.

Городские газоны. Функции зеленых насаждений в городе. Санитарногигиенические функции. Пылезадержание. Газозащитная функция. Усиление циркуляции воздуха. Шумоизоляционная функция. Ионизация окружающей среды. Декоративные и эстетические функции. Правила благоустройства. Нормы озеленения.

Раздел: Экологические функции и экосистемные сервисы

Функциональный и эколого-экономический подход к анализу окружающей среды. Экологические функции зеленых насаждений. Экологические функции почв. Экосистемные сервисы (услуги). Типология и классификация экосистемных сервисов. Методы качественной и количественной оценки экосистемных сервисов. Производственные и регулирующие сервисы. Культурные сервисы. Подходы к оценке и моделированию городских экосистемных сервисов.

Раздел: Экологическое нормирование

Принципы экологического нормирования. Нормы состояния и нормы воздействия. Оценка качества водной среды. Рыбохозяйственные, промышленные и коммунально-питьевые нормативы. Предельно допустимы концентрации. Предельно допустимые сбросы. Обеспечение качества водных объектов. Предельно допустимые нагрузки на водные объекты. Органолептический, общесанитарный и токсикологический лимитирующий показатель вредности (ЛПВ). Регламентация поступления загрязняющих веществ в водные объекты. Санитарно-защитные зоны. Водоохранные зоны. Управление качеством атмосферного воздуха. Нормирование качества атмосферного воздуха. Нормирование воздействия на атмосферу. Предельно допустимы выбросы. Санитарно-гигиенические показатели загрязнения атмосферы. Санитарно-защитные зоны. Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха. Нормирования качества почв. Предельная допустимая концентрация и ориентировочная допустимая концентрация. Комплексные индексы загрязнения. Методика расчета экологического ущерба.

Раздел: Экологический мониторинг

Принципы экологического мониторинга. Экологический мониторинг и экологический контроль: организация и реализация. Производственный экологический контроль. Основные цели. Основные задачи. Основные этапы выполнения экологического мониторинга. Методы мониторинга состояния и качества воздуха, воды, почв и зеленых насаждений. Современные методы мониторинга. Мониторинг состояния окружающей среды методами дистанционного зондирования. Мониторинг состояния окружающей среды

экспрессными и неразрушающими методами анализа. Гражданская наука (citizen science) как альтернативное направление экологического мониторинга. Способы представления и интерпретации результатов мониторинга. Принципы организации экологического мониторинга в современных городах.

Раздел: Экологическое моделирование

Моделирование как вид научно-исследовательской работы. Модель как упрощенный аналог реальности. Цели и задачи моделирования. Плюсы и минусы моделирования как источника вторичной информации. Концептуальные и математические модели. Статистические модели. Основы статистики и анализа данных: корреляция, регрессия. Процессные модели. Пространственные, временные и пространственно-временные модели. Структура модели. Факторы воздействия (драйверы) в моделях. Входящие и исходящие данные в моделях. Глобальные, региональные и локальные модели. Калибровка моделей. Верификация и валидация моделей. Точность моделей. Использование моделей в прогнозировании и возможная ошибка. Область применения моделей. Средства моделирования: специальное программное обеспечение (R, ArcGIS, NetLogo), языки программирования (SQL, Python). Примеры использования моделей в науках об окружающей среде: CENTURY, LPJ, RothC.

Раздел: Экологическое проектирование

Экологическое проектирование. Основные понятия. Нормативные документы в сфере экологического проектирования, экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Инженерно-экологические изыскания для проектируемых объектов различного функционального назначения. Зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) и их учёт при экологическом проектировании. Правовые основы установки ЗОУИТ. Виды ЗОУИТ и правовые основы их регулирования. Виды разрешённой деятельности на отдельных ЗОУИТ. Примеры проектных решения для задач устойчивого развития городской среды: применение природоподобных технологий (nature-based solutions).

Раздел: Устойчивое развитие

Глобальные цели устойчивого развития ООН. Международные соглашения и нормативные документы в сфере устойчивого развития. Экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития. Устойчивое развитие городов. Городская зеленая инфраструктура. Глобальные оценки и рейтинги качества жизни в городе. Устойчивое развитие в образовательных проектах.

Перечень вопросов для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру

1. Экология организмов, популяций, сообществ. Экосистема. Биосфера.
2. Гомеостаз. Стресс. Различные уровни устойчивости к стрессам. Адаптация к условиям среды. Способы адаптации.
3. Экологическая ниша. Фундаментальная и реализованная экологическая ниша.
4. Свет и тепло как экологический фактор. Радиационный баланс. Закономерности распределения солнечной радиации.
5. Свет и тепло как экологический фактор. Тепловой режим местообитаний. Механизмы устойчивости к высоким и низким температурам.
6. Вода как экологический фактор. Водный режим местообитаний. Относительная влажность воздуха. Водный режим почвы.
7. Воздух как экологический фактор. Атмосфера как компонент геосистемы. Физические и химические свойства воздуха. Состав атмосферы.
8. Почва как экологический фактор. Почва как природное тело, биокосное тело и многофазная система. Биотические и абиотические компоненты в почве.
9. Город как объект урбоэкологии. Города древности и современности. Урбанизация как процесс увеличения численности городских поселений, приводящий к росту и развитию городов.
10. Структура городской территории. Функциональное зонирование городов. Среда, окружающая горожанина, как совокупность абиотической и социальной сред.
11. Антропогенные отложения. Классификация антропогенных отложений. Генезис антропогенных отложений. Химические и физические свойства антропогенных отложений.
12. Сточные воды. Источники формирования сточных вод. Особенности химических и физических свойств сточных вод.
13. Содержание поллютантов в сточных водах различного происхождения. Очистка сточных вод. Физические, физико-химические, химические, термические и биологические способы очистки сточных вод.
14. Загрязнение атмосферы. Классификация основных загрязнителей. Предельные допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Источники загрязнения атмосферы.

15. Атмосферные процессы. Погода и климат. Тепловое загрязнение атмосферы. Антропогенное изменение радиационного баланса.
16. Парниковые газы и глобальное потепление. Рамочная конвенция по изменению климата. Межправительственная панель по изменению климата (IPCC).
17. Городские мезоклиматические аномалии и их последствия. Эффект городского каньона. Оценка климатической комфортности.
18. Изменение экологических факторов произрастания растений в городе. Функции растительного покрова в техногенном ландшафте.
19. Санитарно-защитные зоны. Выбор культур для санитарно-защитных зон. Устройство санитарно-защитных зон, пыле - и шумозащитных полос.
20. Правила создания, содержания и ухода за зелеными насаждениями. Городской природный комплекс. Правила благоустройства. Нормы озеленения.
21. Состав городской растительности: местные, интродуцированные и адвентивные виды. Особенности городской растительности.
22. Городские газоны: экологические функции и экосистемные сервисы.
23. Функциональный и эколого-экономический подход к анализу окружающей среды. Типология и классификация экосистемных сервисов. Методы качественной и количественной оценки экосистемных сервисов.
24. Производственные и регулирующие сервисы. Культурные сервисы.
25. Подходы к оценке и моделированию городских экосистемных сервисов.
26. Принципы экологического нормирования. Нормы состояния и нормы воздействия.
27. Оценка качества водной среды. Рыбохозяйственные, промышленные и коммунально-питьевые нормативы. Предельно допустимые концентрации. Предельно допустимые сбросы.
28. Управление качеством атмосферного воздуха. Нормирование качества атмосферного воздуха. Нормирование воздействия на атмосферу. Предельно допустимы выбросы.
29. Санитарно-гигиенические показатели загрязнения атмосферы. Санитарно-защитные зоны. Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха.

30. Нормирования качества почв. Предельная допустимая концентрация и ориентировочная допустимая концентрация. Комплексные индексы загрязнения. Методика расчета экологического ущерба.
31. Принципы экологического мониторинга. Экологический мониторинг и экологический контроль: организация и реализация.
32. Методы мониторинга состояния и качества воздуха, воды, почв и зеленых насаждений.
33. Современные методы мониторинга. Мониторинг состояния окружающей среды методами дистанционного зондирования.
34. Современные методы мониторинга. Мониторинг состояния окружающей среды экспрессными и неразрушающими методами анализа.
35. Современные методы мониторинга. Гражданская наука (citizen science) как альтернативное направление экологического мониторинга.
36. Способы представления и интерпретации результатов мониторинга. Принципы организации экологического мониторинга в современных городах.
37. Цели и задачи экологического моделирования. Плюсы и минусы моделирования как источника вторичной информации.
38. Концептуальные и математические модели. Статистические модели. Основы статистики и анализа данных: корреляция, регрессия.
39. Процессные модели. Пространственные, временные и пространственно-временные модели.
40. Структура модели. Факторы воздействия (драйверы) в моделях. Входящие и исходящие данные в моделях.
41. Глобальные, региональные и локальные модели. Калибровка моделей. Верификация и валидация моделей. Точность моделей.
42. Использование моделей в прогнозировании и возможная ошибка. Область применения моделей. Средства моделирования.
43. Экологическое проектирование. Основные понятия.
44. Нормативные документы в сфере экологического проектирования, экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).
45. Инженерно-экологические изыскания для проектируемых объектов различного функционального назначения.

46. Зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) и их учёт при экологическом проектировании. Правовые основы установки ЗОУИТ. Виды ЗОУИТ и правовые основы их регулирования. Виды разрешённой деятельности на отдельных ЗОУИТ.
47. Примеры проектных решения для задач устойчивого развития городской среды: применение природоподобных технологий (nature-based solutions).
48. Глобальные цели устойчивого развития ООН.
49. Международные соглашения и нормативные документы в сфере устойчивого развития.
50. Экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития.
51. Устойчивое развитие городов. Городская зеленая инфраструктура.
52. Глобальные оценки и рейтинги качества жизни в городе.

Список литературы для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру по группе специальностей 1.5. Биологические науки

Основные источники:

1. Денисов В. В., Курбатова А. С., Денисова И. А., Бондаренко В. Л., Грачев В. А., Гутенев В. В., Нагнибеда Б.А. «Экология города». М.: Ростов н/Д: 2008-832 с.
2. Курбатова А.С., Башкин В.Н., Касимов Н.С. «Экология города». – М.: 2004 – 624 с.
3. Curwell S., Deakin M., Lombardi P., Mitchell G., Vreeker R. (Eds) 2006. Sustainable Urban Development. V.3 A toolkit for assessment. Taylor & Francis Group. London.
4. Curwell S., Deakin M., Symes M. (Eds). 2005. Sustainable Urban Development. V.1. The Framework and protocols for Environmental Assessment. Taylor & Francis Group. London.
5. Deakin M., Nijkamp P., Mitchell G., Vreeker R. (Eds) 2006. Sustainable Urban Development. V.2. The Environmental Assessment Methods. Taylor & Francis Group. London.

Дополнительные источники:

6. Афанасьев Ю.А., Фокин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. – М.: МНЭПУ, 1998. 7. Боровков А.А. Математическая

статистика. Оценка параметров. Проверка гипотез. Учебник. – М.: Наука, 1984, – 472 с.

7. Герасимова М.И., Строгонова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. «Антропогенные почвы» - М.: 2003, - 268 с.

8. Kaye, J.P., McCulley, R.L., Burkez, I.C., 2005. Carbon fluxes, nitrogen cycling, and soil microbial communities in adjacent urban, native and agricultural ecosystems. *Global Change Biology* 11, 575-587.

9. Lorenz, K., Lal, R., 2009. Biogeochemical C and N cycles in urban soils. *Environment International* 35, 1–8.

10. Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M., Boone, C.G., Groffman, P.M., Irwin, E., Kaushal, S.S., Marshall, V., McGrath, B.P., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Szlavecz, K., Troy, A., Warren, P., 2011. Urban ecological systems: scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management* 92, 331–362.

11. Prokofieva, T.V., Stroganova, M.N., 2004. Soils of Moscow city (soils in urban environment, their specifics and environmental significance). Moscow Biological. GEOS, Moscow.

12. Scalenghe, R., Marsan, F.A. The anthropogenic sealing of soil in urban areas, 2009. *Landscape and urban planning* 90, 1-10.

13. Valentini R., Sievenpiper J., Antonelli M., Dembska K. 2019. Achieving the Sustainable Development Goals Through 7 Sustainable Food Systems. Springer Nature Switzerland.

14. Vasenev, V.I., Ananyeva, N.D., Makarov, O.A., 2012. Specific features of the ecological functioning of urban soils in Moscow and Moscow oblast. *Eurasian Soil Science* 45, 194-205.

15. Vasenev, V.I., Stoorvogel, J.J., Vasenev I.I., 2013b. Urban soil organic carbon and its spatial heterogeneity in comparison with natural and agricultural areas in the Moscow region. *Catena*. 107.96-102.

16. Vrscaj, B., Poggio, L., Marsan, F., 2008. A method for soil environmental quality evaluation for management and planning in urban areas. *Landscape and Urban Planning* 88, 81-94.

Программа подготовлена в Департаменте ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем АТИ