

Издается с 1912 года
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№7 2024 г.
ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

300 лет
Российской Академии
Наук



НАУКА
— 1727 —



**К 100-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ
ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ
И ГИДРОБИОЛОГИИ МГУ**

с. 3

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭКОЛОГИИ БИОСИСТЕМ**

с. 13

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:
академик РАН, доктор биологических наук **А. В. Лопатин**

доктор биологических наук **А. С. Апт**, доктор геолого-минералогических наук **А. А. Арискин**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук **П. И. Арсеев**, академик РАН, доктор биологических наук **Ф. И. Атауллаханов**, член-корреспондент РАН, доктор юридических наук **Ю. М. Батурин**, доктор биологических наук **Д. И. Берман**, доктор биологических наук **С. А. Боринская**, доктор биологических наук **П. М. Бородин**, профессор РАН, доктор физико-математических наук **Д. З. Вибе**, кандидат биологических наук **М. Н. Воронцова**, доктор биологических наук **М. С. Гельфанд**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук **Д. П. Гладкочуб**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук **В. В. Глугов**, доктор химических наук **И. С. Дмитриев**, академик РАН, доктор физико-математических наук **Л. М. Зелёный**, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук **В. В. Иванов**, член-корреспондент РАН, доктор химических наук **А. В. Кабанов**, академик РАН, доктор географических наук **Н. С. Касимов**, доктор биологических наук **С. Л. Киселёв**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук **М. В. Ковальчук**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук **С. С. Колесников**, иностранный член РАН **Е. В. Кунин (E. Koopin, США)**, член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук **М. А. Лагарькова**, доктор геолого-минералогических наук **А. Ю. Леин**, академик РАН, доктор биологических наук **В. В. Малахов**, **Ш. Миталипов (Sh. Mitalipov, США)**, профессор РАН, доктор геолого-минералогических наук **Т. К. Пинегина**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук **Ю. В. Плугатарь**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук **К. А. Постнов**, академик РАН, доктор биологических наук **О. Н. Пугачёв**, доктор физико-математических наук **М. В. Родкин**, кандидат географических наук **Ф. А. Романенко**, член-корреспондент РАН, доктор географических наук **О. Н. Соломина**, член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук **Д. Д. Соколов**, доктор физико-математических наук **Д. Д. Соколов**, кандидат исторических наук **М. Ю. Сорокина**, академик РАН, доктор биологических наук **М. А. Федонкин**, академик РАН, доктор физико-математических наук **А. Р. Хохлов**, академик РАН, доктор физико-математических наук **А. М. Черепашук**, член-корреспондент РАН, доктор химических наук **В. П. Шибав**

Состав редколлегии утвержден решением
Научно-издательского совета Российской академии наук 1 октября 2020 г.

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ: Катамаран экспедиции Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова на отборе проб воды и грунта около скалы Шаманка на озере Байкал

Фото Г. П. Буднова

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ: Дафния (*Daphnia magna*) с частичками микропластика в кишечнике (эпифлуоресцентная микроскопия, увеличение 40x)

Фото А. Н. Рак

© Российская академия наук, журнал «Природа», 2024

© ФГБУ «Издательство «Наука», 2024

© Составление. Редколлегия журнала «Природа», 2024

В НОМЕРЕ:

К 100-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ И ГИДРОБИОЛОГИИ МГУ

3 Путь познания длиной в столетие

4 В.В.Ильинский, О.Б. Шавырина Кафедра гидробиологии: прошлое и настоящее

История кафедры гидробиологии – это история научных достижений ее сотрудников. Учебники по гидробиологии и определители, созданные сотрудниками кафедры, являются примерами классической научной литературы. На кафедре работают во многом уникальные специалисты: фито- и зоопланктонологи, микробиологи, экологи, токсикологи и другие.

ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБЗОРЫ

13 Ю.Ю. Дгебуадзе Перспективы развития экологии биосистем

В статье представлены соображения о современных тенденциях в развитии экологии биологических систем и глобальных экологических вызовах человечества последних десятилетий, которые также становятся объектами научных исследований.

23 Д.Н. Кавтарадзе, Е.А. Ямова От устойчивого к сопряженному развитию биосферы и человечества

Изменения климата нашей планеты, истощение природных ресурсов, рост экологической напряженности привели к ожиданию изменений в экологической политике и природопользовании. Принятие концепции устойчивого развития ознаменовало новый подход к решению экологических проблем: были приняты основополагающие международные документы, разработана система целей и показателей устойчивого развития.

31 О.Ф. Филенко, В.И. Ипатова, Д.М. Гершкович, О.В. Воробьева Водная экотоксикология: поиск баланса между необходимым и возможным

В статье описаны история становления науки водной экотоксикологии, новые представления о чистой воде, биологической норме и патологии, критериях токсичности, нормировании.

41 И.Г. Радченко, Т.А. Белевич, В.А. Аксенова, Д.А. Иванова Бесконечное разнообразие микроводорослей Белого моря

В статье представлен обзор вековой истории исследований микроводорослей планктона и льда Белого моря, а также показаны перспективы будущих исследований.

50 О.В. Ильина, Ф.В. Сапожников, В.В. Ильинский, Д.В. Коваленко, Д.А. Манухова, А.М. Лазарева, А.Н. Рак, А.А. Поярков Пластиковое загрязнение гидросферы: судьба пластика в водной среде и его взаимодействие с живыми организмами

Описана проблема пластикового загрязнения водной среды и история появления на кафедре общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ нового направления исследований, связанных с изучением этой проблемы, в частности – оценкой воздействия микропластика на живые организмы.

61 А.В. Олескин Взаимодействие нейротрансмиттеров с микроорганизмами: значение для водных экосистем

Нейротрансмиттеры, отвечающие за передачу импульсов между нервными клетками, в то же время функционируют как коммуникативные сигналы у представителей различных царств живого.

НОВЫЕ КНИГИ

CONTENTS:

ON THE 100TH ANNIVERSARY OF THE DEPARTMENT OF GENERAL ECOLOGY AND HYDROBIOLOGY OF MOSCOW STATE UNIVERSITY

3 A century-long path of knowledge

4 V.V. Ilinskiy, O.B. Shavyrina Department of Hydrobiology: Past and Present

The history of the Department of Hydrobiology is the history of the scientific achievements of its employees. Textbooks on hydrobiology and guides to plankton, created by members of the department, are examples of classic scientific literature.

RESEARCH, REVIEWS

13 Yu.Yu. Dgebuadze Prospects for the development of ecology of biosystems

The article presents considerations about current trends in the development of the ecology of biological systems and the global environmental challenges of humanity in recent decades, which are also becoming objects of scientific research.

23 D.N. Kavtaradze, E.A. Yamova From sustainable to coherent development of the biosphere and humanity

Climate change on our planet, depletion of natural resources, growing environmental tension have led to the expectation of changes in environmental policy and environmental management. The adoption of the concept of sustainable development marked a new approach to solving environmental problems: fundamental international documents were adopted, and system of goals and indicators for sustainable development was developed.

O.F. Filenko, V.I. Ipatova,
D.M. Gershkovich, O.V. Vorobieva

Aquatic ecotoxicology: finding a balance between necessary and possible

The article describes the history of the formation of the science of aquatic ecotoxicology, new ideas about clean water, biological norm and pathology, toxicity criteria, and standardization.

41 I.G. Radchenko, T.A. Belevich, V.A. Aksenova, D.A. Ivanova Endless diversity of microalgae of the White Sea

A review of more than a century of research on microalgae of the plankton and ice of the White Sea is presented, and prospects for further research are shown.

50 O.V. Ilyina, Ph.V. Sapozhnikov, V.V. Ilyinsky, D.V. Kovalenko, D.A. Manukhova, A.M. Lazareva, A.N. Rak, A.A. Poyarkov

Plastic pollution of the hydrosphere: the fate of plastic debris in the aquatic environment and its impact on wildlife

The problem of plastic pollution in the aquatic systems is discussed. Since 2016 this problem has been studied at the Department of general ecology and hydrobiology of the Biological Faculty, Moscow State University. In particular, the impact of microplastics on aquatic organisms is being studied.

61 A.V. Oleskin Interaction of neurotransmitters with microorganisms: implications for aquatic ecosystems

Neurotransmitters that are responsible for impulse transmission between nervous cells, also operate as signals in various kingdoms of life.

NEW BOOKS

От устойчивого к сопряженному развитию человечества и биосферы

Д. Н. Кавтарадзе, Е. А. Ямова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Изменения климата нашей планеты, истощение природных ресурсов, рост экологической напряженности привели к изменениям в экологической политике и природопользовании. Принятие концепции устойчивого развития ознаменовало новый подход к решению экологических проблем: были приняты основополагающие международные документы, разработана система целей и показателей устойчивого развития. В СССР и Российской Федерации развивалось учение о биосфере В.И. Вернадского, разрабатывались альтернативные подходы – была разработана концепция сопряженного развития природы и общества и широкомасштабный эксперимент эко-города «Экополис» на базе наукограда Пущино и других полигонов. Инициатором и лидером этих междисциплинарных разработок были сотрудники ряда кафедр биологического и других факультетов МГУ и учреждений АН СССР. Кафедра общей экологии и гидробиологии продолжает эти исследования и проводит обучение урбоэкологии совместно с МАРХИ.

Ключевые слова: сопряженное развитие, Экополис, риски, урбоэкология, эволюция.

За последние годы глобальные проблемы, стоящие перед человечеством, достигли беспрецедентного уровня остроты. Главенствующее место занимает вопрос сохранения мира на Земле, который неразрывно связан с проблемой защиты окружающей среды. Поиск оптимальной стратегии взаимодействия между природой и обществом стал общечеловеческой задачей.

Увеличение экологической напряженности, осознание угрозы истощения природных ресурсов и значительного снижения способности экосистем перерабатывать отходы цивилизации заставило многие страны обратить внимание на экологические аспекты.

Опираясь на работы В.И. Вернадского и на теоретические положения, выдвинутые академиком С.С. Шварцем и другими видными учеными, в Советском Союзе решались многие задачи, связанные с сохранением природной среды (восстанавливались популяции исчезающих видов, создавались банки генов редких и исчезающих видов животных, учреждались новые заповедные территории, в том числе биосферные заповедники и т.п.).

В 1988 г. в СССР был создан Комитет по охране окружающей среды, который впоследствии преобразовался в Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. С 1996 г. в России функционировали две организации, занимающиеся вопросами экологии:



Дмитрий Николаевич Кавтарадзе, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник кафедры экологии и гидробиологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Область научных интересов – общая экология, городская экология, глобальные и региональные проблемы урбанизации, деловые и образовательные имитационные модели.
e-mail: kavtaradze@mail.bio.msu.ru



Екатерина Андреевна Ямова, кандидат экономических наук, инженер кафедры экологии и гидробиологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Область научных интересов – общая экология, городская экология, глобальные и региональные проблемы урбанизации, деловые и образовательные имитационные модели.
e-mail: ekaterina-yamova@yandex.ru

Комитет по охране окружающей среды и Министерство природных ресурсов. В 2000 г. Комитет был ликвидирован, а его функции по охране окружающей среды были переданы Министерству природных ресурсов.

В мировом масштабе начиная с 1970–1980-х гг. активно начинает развиваться законодательная деятельность, направленная на принятие законов и актов, регулирующих нормы и процедуры использования природных ресурсов, включая методические рекомендации и принципы охраны окружающей среды. В России комплексный закон «Об охране окружающей природной среды» был принят в 1991 г. С 1970-х гг. началось и активное международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Было подписано множество многосторонних и двусторонних договоров, регулирующих природопользование на международном уровне.

В 1972 г. группа ученых под руководством Д. Медоуза опубликовала доклад «Пределы роста» [1, 2], в котором были приведены 12 возможных сценариев поведения глобальной системы, созданные с помощью инструмента системного анализа – модели «Мир3» (WORLD3). Некоторые из сценариев демонстрировали устойчивое развитие глобального общества и достижение относительно высоких уровней материального потребления и численности населения. Другие сценарии показывали, что численность населения и экономический рост выйдут за пределы самоподдержания планеты еще до середины столетия, а затем произойдет спад.

1980-е гг. стали периодом поиска путей дальнейшего развития без катастрофического разрушения окружающей среды и сохранения биоразнообразия на планете. Термин «устойчивое развитие» (sustainable development) был официально введен в 1983 г. Международной комиссией ООН по окружающей среде и развитию, созданной для анализа проблем окружающей среды и последующего их влияния на развитие социума. Этот термин получил распространение в русском переводе в следующей редакции: «Устойчивое развитие – это развитие, удовлетворяющее потребности настоящего поколения и не ставящее под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности».

Такое определение изначально признавалось несовершенным, скорее метафорическим, нежели строго научным, однако и его появление потребовало напряженного труда, усилий лидеров (Г. Брундланд и др.) в силу необычайной сложности, многозначности обозначаемого направления развития, способного объединить разнообразные социально-культурные популяции. Новейшая история показала как важность поиска определения области желаемого будущего, так и неготовность к формулированию системы ценностей и механиз-

мов, инструментов управления этим процессом. Сложность и многозначность данного определения сохраняется и до нашего времени, что вызывает неоднократные попытки уточнения как общечеловеческих потребностей, так и «суммы технологий» для их поддержания.

Одними из наиболее значимых документов в области «устойчивого развития» [3] стали решения Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), в частности «Повестка дня на XXI в.», которая была принята представителями 179 государств и декларировала «устойчивое развитие как основу формирования нового типа эколого-экономического роста». В России был принят Указ Президента РФ «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» (1996 г.)¹ и был подготовлен проект Стратегии перехода России к устойчивому развитию [4]. С участием специалистов МГУ Европейской экономической комиссией ООН была разработана «Стратегия образования для содействия устойчивому развитию», которая осуществлялась с 2005 по 2014 г.

Основными международными документами в области концепции устойчивого развития в настоящее время стали:

- «Будущее, которого мы хотим» (2012 г.) – определяет перспективы человечества в XXI в. на основе концепции устойчивого развития;
- «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.» (2015 г.) включает Цели устойчивого развития ООН на период 2015–2030 гг.;
- Орхусская конвенция (Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды) (1998 г.);
- Парижское климатическое соглашение (2015 г.), определяющее приоритеты борьбы с климатической угрозой в мире и всех странах до 2030–2050 гг., что, по мнению авторов, важно для перехода к устойчивому развитию.

Все следующие годы прошли под эгидой внедрения целей устойчивого развития и показателей устойчивого развития [3] во все сферы деятельности как на уровне государств, так и на уровне отдельных отраслей и даже компаний. Но, как показывает мировая практика, статистика, политика в области устойчивого развития не принесла тех результатов, которые были ранее запланированы.

¹ Указ Президента РФ от 01.04.1996 № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию»

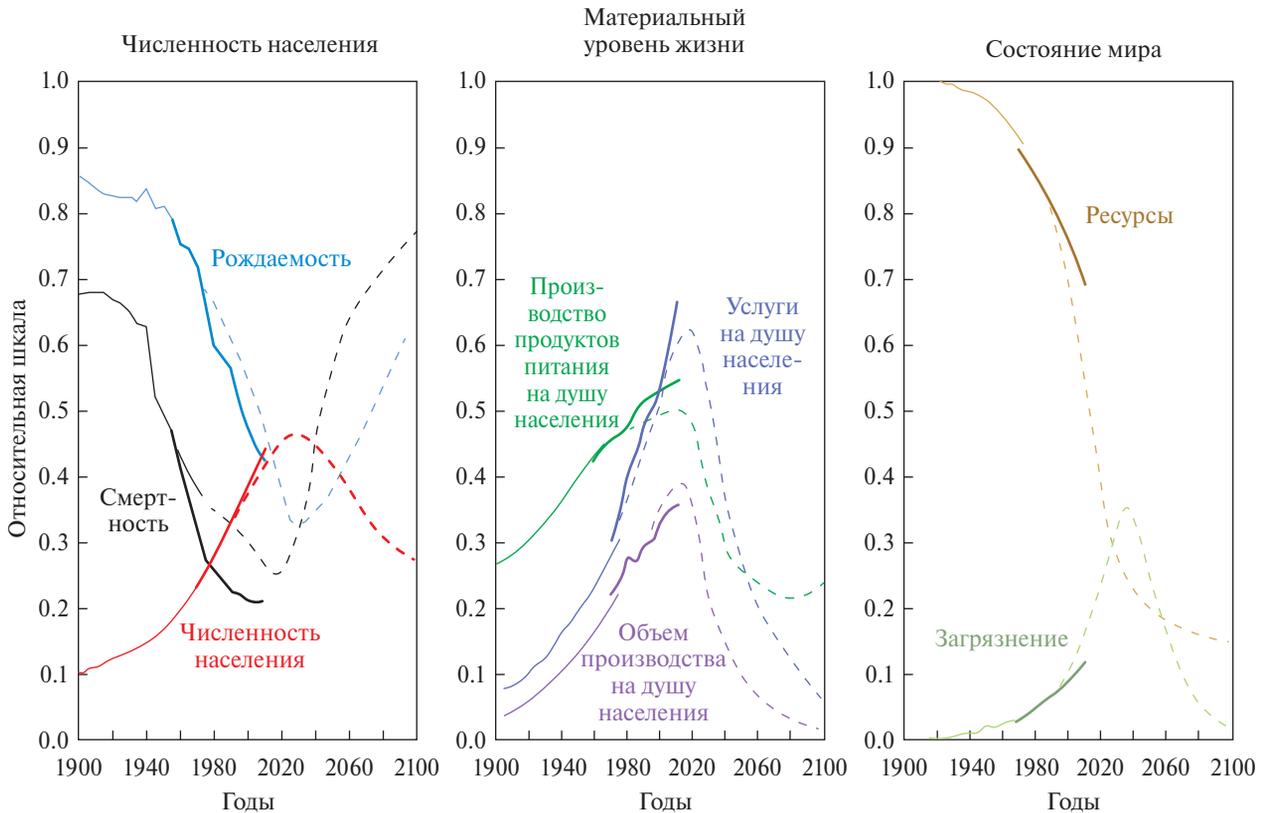


Рис. 1. Сценарии развития модели WORLD3 «бизнес как обычно» до 2100 г.
Сплошные линии – действительный ход процессов, пунктирные линии – данные модели [5].

Так, генеральный секретарь ООН А. Гутерриш на саммите, посвященном целям устойчивого развития (ЦУР), озвучил, что выполнение ЦУР составляет около 15% от запланированных показателей.

В 2022 г. отмечалось 50-летие издания доклада Римскому клубу «Пределы роста», подготовленного группой Д. Медоуза. Тогда исследования последователей [5] подтвердили высокую точность сценариев развития модели WORLD3, предложенных к рассмотрению в докладе 1972 г. (рис. 1).

На заседании группы Балатон в сентябре 2022 г., посвященном 50-летию концепции «Пределы роста» и 80-летию профессора Медоуза, ученые 29 стран обсуждали перспективы развития цивилизации в рамках продолжающегося глобального кризиса, интеллектуальной неготовности, управленческой недееспособности и отсутствия инструментов научного решения системных проблем и невозможности дальнейшего руководства моделью «Мир3» в силу того, что точка невозврата «устойчивого развития» пройдена. Профессор Деннис Медоуз, комментируя сложившуюся в мире ситуацию для участников группы Балатон (2023 г.), предложил следующие выводы:

1. Нет никакой возможности, чтобы «возобновляемые источники энергии» позволили отказаться от ископаемого топлива и сохранить текущий уровень экономической активности и материального благосостояния. Борьба за доступ к истощающимся источникам энергии, вероятно, приведет к насилию.

2. Планета не сможет поддерживать уровень жизни 9 миллиардов человек, близкий к их чаяниям (или нашим взглядам на справедливость).

3. Устойчивое развитие касается того, как вы путешествуете, а не того, куда вы направляетесь.

4. Привилегированные не будут добровольно жертвовать своими преимуществами, чтобы сократить разрыв между богатыми и бедными (пример США). Они потеряют свои преимущества, но неохотно.

5. Быстро приближающийся климатический хаос подорвет способность общества к конструктивным действиям еще до того, как оно их побудит.

6. Расширение и эффективность воспринимаются как неоспоримые цели для общества. Их необходимо заменить на достаточность и устойчивость.

7. История не разворачивается в виде плавного, линейного, постепенного процесса. Впереди – и очень скоро – большие, радикальные разрывы.

8. Когда группа людей считает, что они должны выбирать между вариантами, которые предлагают больше порядка, или теми, которые предоставляют большую свободу, они всегда выбирают порядок.

Таким образом, рассматривая результаты достижения цели устойчивого развития по состоянию на конец 2023 г. (не более 15%), а также их оценку учеными, политиками и обществом, можно сказать, что политика устойчивого развития и достижение целей устойчивого развития, на данном этапе не являются достаточно успешными, что признается многими учеными как в нашей стране, так и за рубежом. К этому выводу пришла группа исследователей под руководством академика В.А. Садовниченко, А.А. Акаева [6, 7], И.В. Ильина с соавторами [8], В.А. Геловани [7].

Развитие направления «общая экология» на биологическом факультете МГУ претерпело в последние десятилетия много изменений как в административном отношении, так и в обеспечении преемственности научных школ и их содружестве. В разные годы данное направление объединяло такие научные группы, как «Феноменология времени» под руководством А.П. Левича, «Популяционная и системная экология» под руководством В.Н. Максимова и А.М. Гилярова при активном участии Д.Г. Замолотчикова и Д.В. Карелина, группу А.Т. Терехина и Е.В. Будиловой, занимавшуюся вопросами эволюции жизненных циклов, направление А.В. Олескина «Биополитика. Биоокружение», направление Л.В. Полищука «Популяционная экология и демография», направление Д.Н. Кавтарадзе «Сопряженное развитие природы и общества, городская экология» [9].

Взаимное сотрудничество научных групп биологического факультета, кафедры общей экологии, использование в качестве концептуальной базы учения В.И. Вернадского, академика С.С. Шварца, академика Н.Н. Моисеева, профессора В.В. Налимова породило широкий фронт независимых исследований, большая часть которых, так или иначе, связана с общим фронтом исследований коллектива МГУ и Денниса и Донеллы Медоуз и всей научной группы (Древо Медоуза) [1], включая многолетнее сотрудничество с лабораторией экологии и охраны природы биофака МГУ. В этой связи важно отметить признание Денниса Медоуза почетным доктором МГУ имени М.В. Ломоносова, оригинальные многочисленные гипотезы отечественных исследователей (Н.Н. Моисеев,

А.М. Тарко, В.А. Геловани, А.В. Яблоков, Е.Н. Букварева [10, 11]), касающиеся возможности формулировки системного подхода к вопросам эволюции отношений человека и природы, возможности их сопряженного развития, поиска параметров и витальных показателей, определяющих состояние экосистем биосферы как пригодных для жизни будущих поколений.

Имеет место восприятие и осознание международным научным сообществом некоторых основополагающих принципов, факторов, радикально влияющих на процесс выдвижения гипотез и формулировки подхода сопряженного развития человека и природы.

1. Отсутствие целостного представления о мире, научной концепции (разрушение картины светского мировоззрения в обществе и занятию образовавшейся пустоты иными представлениями) – отсутствие связи экологического образования и мировоззрения.

2. Превышение человеком уровня компетенции (и риска), которые он в состоянии контролировать.

3. Эволюционно значимый ответ биосферы как основное содержание «экологического кризиса».

4. Отсутствие целостной концепции сохранения окружающей среды.

5. Внедрение принципа использования «экологического времени», понимания временной протяженности проблем сохранения окружающей среды (в перспективе нескольких поколений).

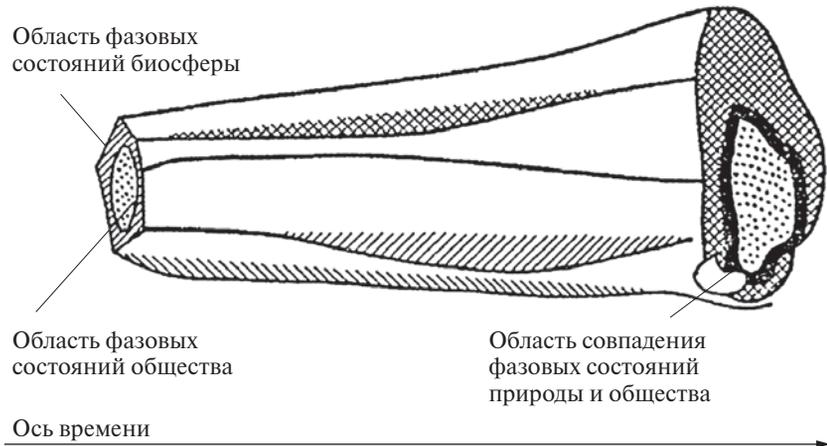
Была разработана концепция сопряженного развития общества и природы, опирающаяся на представления об эволюции биосферы [12–14] (рис. 2).

Было доказано, что возможности развития общества (множества фазовых состояний) не могут превышать совокупного разнообразия фазовых состояний биосферы². Для увеличения возможностей развития общества необходимо увеличить вариации фазовых состояний биосферы и уменьшить существующее разнообразие фазовых состояний общества. Научное знание позволяет установить границы этих множеств фазовых состояний и области их совпадения. В практическом отношении возможно говорить об увеличении экологической емкости (или несущей способности) территории, акватории, востановлении или реставрации экосистем.

Изучение путей сопряжения эволюции биосферы и развития человека означает сотрудничество наук исходно – на одном языке и экспериментально – на общих объектах, исследуя внутренне непротиворечивые рабочие гипотезы. Ответственность познания, отмечает Р.С. Карпинская, еще

² «Из природы выпрыгнуть нельзя» (Н.Н. Баранский).

Рис. 2. Схема возможного коридора сопряженного развития человечества и биосферы. Коридор возможностей [13].



недавно строилась на широком изучении механизмов жизнедеятельности, предполагала «понимание любого биологического объекта как «многослойного», воспроизводимого в «своей целостности лишь на путях совмещения различных уровней изучения» [15]. Более того, закономерность научного познания в том, что «эксперимент выводится к жизни определенным уровнем теоретического знания, отвечает на его запросы и имеет смысл лишь в контексте той или иной теоретической концепции» [15]. Новейшая история организации отечественной науки, биологии предала забвению эти принципы, необходимость возвращения к которым продиктована системной сложностью проблем развития популяции человечества на планете.

Принципы сопряженного развития – общие, интерпретация – региональная, локальная. Как пример, архитекторы совместно с экологами, проектируют и создают новую экологическую нишу человека как часть биосферы. Исследования проблемы жизни этносов и популяций в региональных экосистемах (например, биорегионализм) являются индикатором готовности философов, политиков, профессионалов и администрации к сотрудничеству.

Организация междисциплинарных проектов, основанных на принципах сопряженного развития, требует объединения специалистов для решения общей проблемы, интеграции различных дисциплин для целостного видения проблем (рис. 3).

Опыт МГУ и Московского архитектурного института последних десятилетий показал успешность сотрудничества в преподавании экологии и проектировании городской среды: лекции, семинары, выставки, полевые практики, взаимные консультации сотрудников, студентов. Был разработан и проведен модульный курс «Урбоэкологии» [16],

формирующий у студентов представления о городских экосистемах-урбиомах, принципах Экополиса, управлении экологическими параметрами, причинах возникновения экологических проблем и возможности их решения планировочными средствами, концепции градостроительной деятельности, функционировании экологических служб города и экологической политике урбанизации.

Города, как сложные системы, становятся посредниками между человеком и средой. Изучение городской среды, высокоурбанизированных регионов (урбиомов) порождает собственный междисциплинарный инструментарий и способ организации исследований с привлечением динамических моделей функционирования городских систем [17]. История урбанизации, градостроения и архитектурных решений иллюстрирует их включенность, постоянную зависимость от состояния биосферы, освоение новых функций, неизбежность приспособления или сопряжения с ее изменениями, эволюцией в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе.

Группа сотрудников и выпускников кафедры общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ провела комплекс методических разработок для обеспечения освоения студентами, слушателями основ и приемов междисциплинарных разработок в преподавании общей экологии и экологического обеспечения градостроения, урбанизации и реновации. Методические разработки проводились на примере Москвы и других регионов (Кингисеппский район Ленинградской области, Татарстан, Костромская область) на нескольких факультетах МГУ (почвоведения, географическом, государственного управления, Высшей школе инновационного бизнеса), продолжая развивать концепцию сопряженного развития природы и общества (1979–1989 гг.) применительно

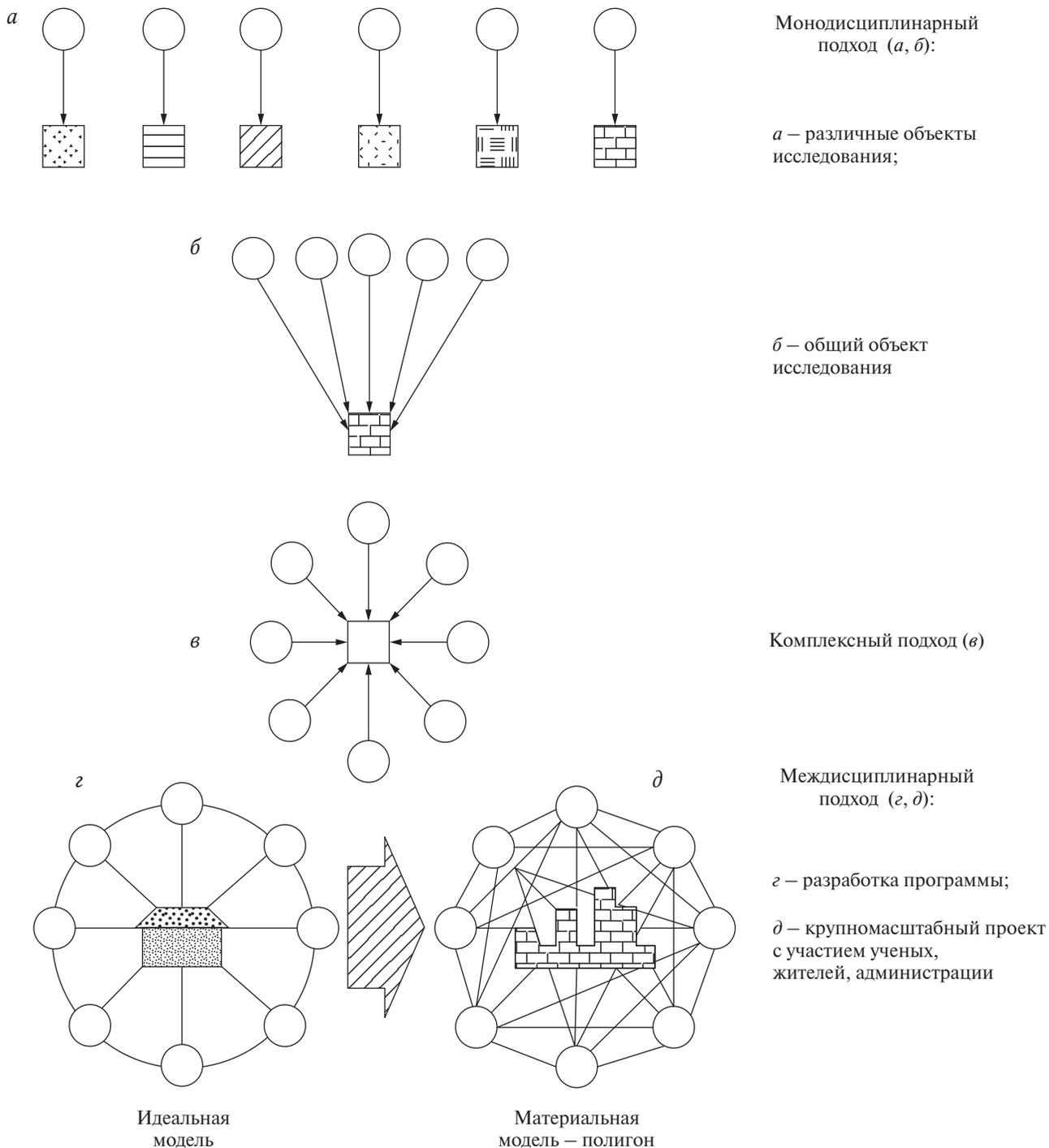


Рис. 3. Последовательность объединения ученых в междисциплинарном проекте [9].

к высокоурбанизированным территориям и наукоградом, как в программе «Экополис» [9, 16, 18, 19].

Были разработаны положения, определяющие приемлемость развития урбанизации, такие как соответствие экологической емкости территории, о правилах и приемах проектирования экологических сетей («Эконет»), о включении жителей, админи-

страции в процесс проектирования и экологических реноваций.

Биоэкологическая реабилитация является одним из принципов решения экологических проблем на урбанизированных территориях. Она направлена на восстановление и сохранение природных экосистем

в городах, создание полноценной среды обитания человека и улучшение качества жизни в целом.

Одним из результатов проведенных авторами и коллегами-урбоэкологами МГУ модульного обучения и исследований стало выполнение четырех магистерских работ студентами МАРХИ под руководством Н.Г. Благовидовой и Ф.С. Кудрявцева, две из которых получили Гран-при и первое место соответственно на XXXII Международном смотре-конкурсе лучших выпускных квалификационных работ и конкурсе научной и учебной литературы по архитектуре, дизайну и искусству 2023 г., а «Урбоэкология: проблемы и перспективы» [16] – именной диплом лауреатов II степени.

Можно назвать ключевые достижения проделанной работы:

1. Развитие концепции В.И. Вернадского в контексте моделирования сопряженной эволюции природы и человека было апробировано через подготовку высококвалифицированных специалистов, способных применять междисциплинарные подходы в проектировании управления сложными системами.

2. Изучение городской среды как части биосферы (урбиома) привело к созданию собственного научного инструментария и способа организации исследований, побудило к разработке интерактивных методов обучения.

Литература / References

1. *Кавтарадзе Д.Н., Корнеев П.Л.* Дерево Медоуза, М., 2022. [*Kavtaradze D.N., Korneev P.L.* Meadow's Tree. Moscow, 2022. (In Russ.)]
2. *Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й. и др.* Пределы роста: доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества». М., 1991. [*Meadows D.H., Meadows D.L., Jorgen Rrenders J. et al.* The limits to growth: A report to The Club of Rome's project on the predicament of mankind. Moscow, 1991. (In Russ.)]
3. *Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш.* Экономика природопользования. Учебник. М., 2003 [*Bobylev S.N., Khodzhaev A.Sh.* Environmental economics. Textbook. Moscow, 2003. (In Russ.)]
4. Основные положения стратегии устойчивого развития России. М., 2002. [Basic provisions of Russia's sustainable development strategy. Moscow, 2002. (In Russ.)]
5. *Кавтарадзе Д.Н., Ямова Е.А.* Имитационные модели городской среды: междисциплинарный подход. Психология города. Актуальное состояние и перспективы. Самара, 2022. [*Kavtaradze D.N., Yamova E.A.* Simulation models of the urban environment: An interdisciplinary approach. City psychology. Current status and prospects. Samara, 2022. (In Russ.)]
6. Преодолевая пределы роста. Доклад Римскому клубу, М., 2024. [Breaking the limits of growth. Report to The Club of Rome. Moscow, 2024. (In Russ.)]
7. Россия в мировой системе (1990–2022). Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. Архивная копия от 20 ноября 2012 на Wayback Machine. [Russia in the world system (1990–2022). Forecast and modeling of crises and global dynamics. Archived copy of November 20, 2012 on the Wayback Machine. (In Russ.)]
8. *Ильин И.В., Лось В.А., Урсул А.Д.* Устойчивое развитие и глобальные процессы. Учебник. М., 2015. [*Ilyin I.V., Los V.A., Ursul A.D.* Sustainable development and global processes. Textbook. Moscow, 2015. (In Russ.)]
9. *Кавтарадзе Д.Н.* Экополисы в биосфере. Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2020; 1: 250–253. [*Kavtaradze D.N.* Ecorolises in the biosphere. Science, education and experimental design. 2020; 1: 250–253. (In Russ.)]
10. *Букварева Е.Н., Алешченко Г.М.* Принцип оптимального разнообразия биосистем. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. [*Bukvareva E.N., Aleshchenko G.M.* The principle of optimal diversity of biosystems. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2013. (In Russ.)]
11. *Яблоков А.В., Левченко В.Ф., Керженцев А.С.* Очерки биосферологии. 1. Выход есть: переход к управляемой эволюции биосферы. Философия и космология. 2015; 14: 91–117. [*Yablokov A.V., Levchenko V.F., Kerzhentsev A.S.* Essays on Biospherology. 1. There is a way out: Transition to controlled evolution of the biosphere. Philosophy and Cosmology. 2015; 14: 91–117. (In Russ.)]
12. *Брудный Д.Д., Кавтарадзе Д.Н.* Экополис. Введение и проблемы. Экология города. Препринт. Пушкино, 1981. [*Brudny D.D., Kavtaradze D.N.* Ecoropolis. Introduction and problems. Urban Ecology. Preprint. Pushchino, 1981. (In Russ.)]
13. *Кавтарадзе Д.Н.* Конструктивно-экологический подход к проблемам охраны биосферы. Биологические науки. 1987; 1: 5–15. [*Kavtaradze D.N.* Constructive-ecological approach to the biosphere protection problems. Biological Sciences. 1987; 1: 5–15. (In Russ.)]
14. *Кавтарадзе Д.Н., Брудный А.А.* Основы экологического мировоззрения как задача образования для устойчивого развития. Бишкек, 2018. [*Kavtaradze D.N., Brudny A.A.* Fundamentals of ecological worldview as a task of education for sustainable development. Beshkek, 2018. (In Russ.)]
15. *Карпинская Р.С.* Теория и эксперимент в биологии: идеологический аспект. М., 1984. [*Karpinskaya R.S.* Theory and experiment in biology: Ideological aspect. Moscow, 1984. (In Russ.)]

16. Урбоэкология: проблемы и возможности. М., 2022. [Urban ecology: Problems and opportunities. Moscow; 2022. (In Russ.)]
17. Манюшиц А.Ю., Бобылев С.Н., Кавтарадзе Д.Н. и др. Экосистема современного мегаполиса: управление устойчивым развитием. М., 2023. [Manyushis A.Yu., Bobylev S.N., Kavtaradze D.N. et al. Ecosystem of a modern metropolis: Management of sustainable development. Moscow, 2023. (In Russ.)]
18. Кавтарадзе Д.Н., Забелин С.И., Баранов В.И., Кубанин А.А. Некоторые вопросы пропаганды охраны природы. Экономические и демографические вопросы совершенствования природопользования. М., 1977. [Kavtaradze D.N., Zabelin S.I., Baranov V.I., Kubanin A.A. Some issues of propaganda of nature conservation. Economic and demographic issues of improving environmental management. Moscow, 1977. (In Russ.)]
19. Королев Е. Устойчивое развитие региона. Студенческий отчет о международной практике 2007–2008. М., 2008. [Korolev E. Sustainable development of the region. Student report on international practice 2007–2008. Moscow, 2008. (In Russ.)]

From sustainable to coherent development of the humanity and biosphere

D. N. Kavtaradze, E. A. Yamova

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Climate change on our planet, depletion of natural resources, growing environmental tension have led to the expectation of changes in environmental policy and environmental management. The adoption of the concept of sustainable development marked a new approach to solving environmental problems: fundamental international documents were adopted, and system of goals and indicators for sustainable development was developed. In the USSR and the Russian Federation, the doctrine of the biosphere by V.I. Vernadsky was expanded, alternative approaches were developed – the concept of the coherent development of nature and society and a large-scale experiment of an eco-city «Ecopolis» were developed on the basis of the science city of Pushchino and other areas. The initiator and leader of these interdisciplinary developments were employees of a number of departments of biology and other faculties of Lomonosov Moscow State University and the Russian Academy of Sciences. The Department of General Ecology and Hydrobiology continues this research and conducts training in urban ecology together with Moscow Architectural Institute.

Keywords: coherent development, Ecopolis, risks, urban ecology, evolution.

Г. Г. Матишов. ИССЛЕДОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПОЛЯРЬЯ РОССИИ / Предисловие акад. РАН Г. Я. Красникова. М.: РАН, 2023. 230 с. ISBN 978-5-907645-10-3



Морские экосистемы Арктики – один из наиболее чувствительных индикаторов глобальных климатических изменений. От их реакции на климатические аномалии зависят биоресурсный потенциал арктических морей и экологическая безопасность морской деятельности на акваториях Северного морского пути. Современные природные процессы в Арктике оцениваются с позиций теории больших морских экосистем (БМЭ), которые рассматриваются как единство морской среды и биоты с учетом совокупности внешних климатических и антропогенных воздействий. Отмечается необходимость технического обновления и оптимизации комплексного мониторинга БМЭ, включая его биологическую, экологическую и социально-экономическую составляющие. Книга ориентирована на широкий круг исследователей в области океанологии, морской биологии, экологии, социэкономике, а также читателей, интересующихся влиянием изменений климата на природные условия и социально-экономические характеристики морских экосистем Арктики.

ПРИРОДА 07/2024

Соучредители: Президиум РАН, ФГБУ «Издательство «Наука»

Главный редактор: академик РАН А. В. Лопатин

Выпускающий редактор: А. В. Нефедов

Научный редактор: А. Ф. Говорова

Корректор: А. Ю. Обод, С. О. Розанова

Верстка Н. В. Мелковой

Дата выхода в свет: 25.10.2024
 Формат 60×88¹/₈. Цифровая печать
 Усл. печ. л. 9.5. Уч. изд. л. 9.5. Бум. л. 4.75
 Тираж 177 экз. Цена свободная. Заказ 565

Редакция и издатель: ФГБУ «Издательство «Наука»
 Адрес: 121099, Москва, Шубинский пер., д. 6, стр. 1
 По вопросам публикации материалов:
 тел.: (495) 276-77-35 (доб. 4171),
 e-mail: priroda@naukapublishers.ru
 По вопросам сотрудничества:
 тел.: (495) 276-77-35 (доб. 4301 или 4302),
 e-mail: journals@naukapublishers.ru

Отпечатано в ФГБУ «Издательство «Наука»
 Адрес: 121099, Москва, Шубинский пер., д. 6, стр. 1

Подписной индекс: в каталоге Почты России – П2285, в Объединенном каталоге «Пресса России» – 38826.
 Журнал зарегистрирован Государственным комитетом Совета министров СССР по печати 13 декабря 1990 г.
 Свидетельство о регистрации №1202.

Все права защищены. Перепечатка материалов возможна только с разрешения редакции.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели.

12+



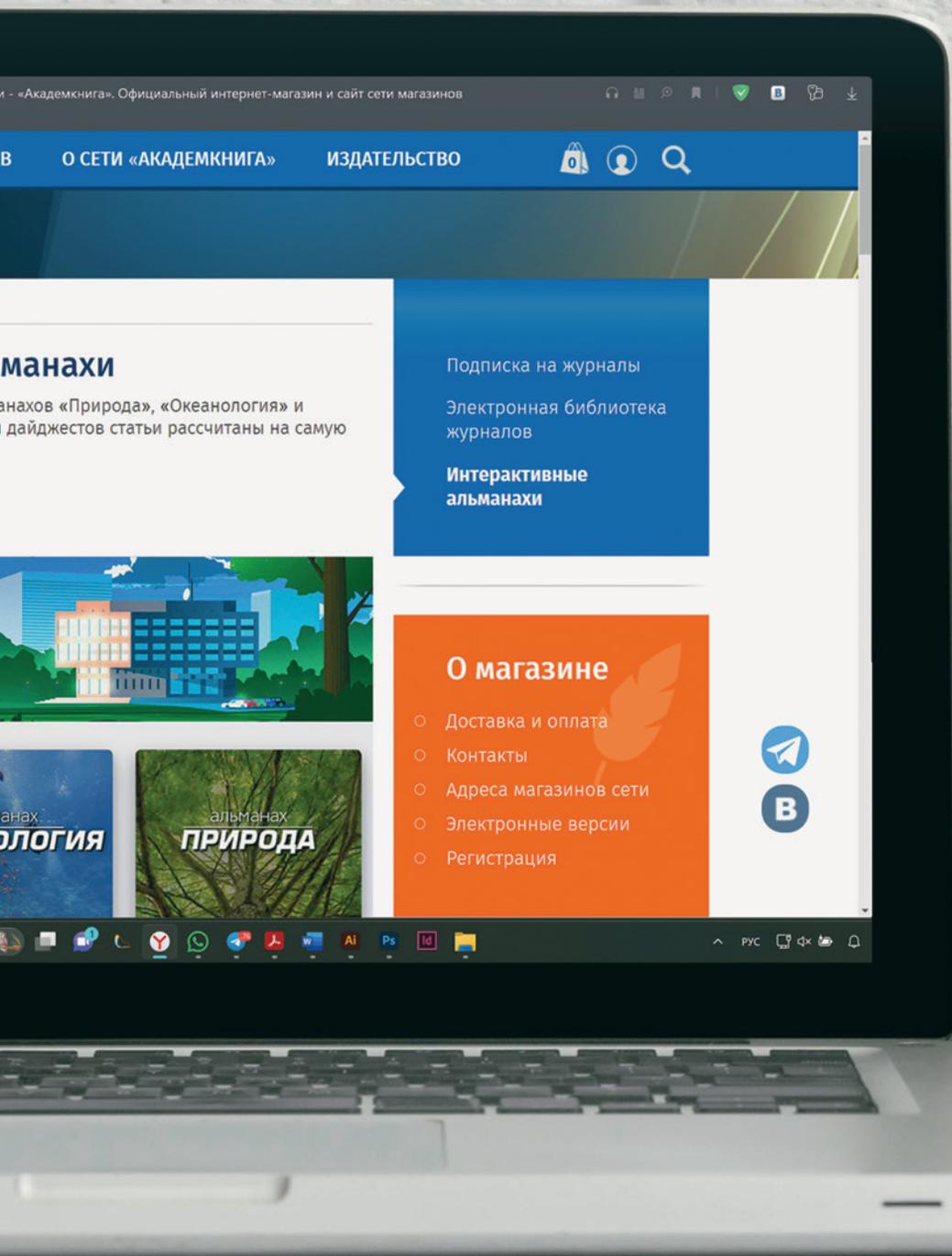
ПОКУПАЙТЕ ДЕШЕВЛЕ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»



КНИГИ



ЖУРНАЛЫ



www.naukabooks.ru



НАУКА
— 1727 —



НАУКА
— 1727 —

**ПОДПИШИТЕСЬ НА ЖУРНАЛЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»**

печатные и электронные версии

В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ NAUKABOOKS.RU

- ⇒ Зайдите на сайт.
- ⇒ Выберите журнал.
- ⇒ Укажите контактные данные получателя.
- ⇒ Оплатите заказ онлайн.

Отдельные номера журналов можно купить

в магазине «Академкнига» по адресу:
г. Москва, Шубинский пер., д. 6, стр. 1.



ПО E-MAIL И ТЕЛЕФОНУ

journals@naukapublishers.ru или +7(495) 276-77-35

Сообщите, на какие журналы вы хотите подписаться, а также свои контактные данные. Менеджер поможет оформить подписку.

ЧЕРЕЗ ПОДПИСНЫЕ АГЕНТСТВА



1

**ЗАЙДИТЕ НА САЙТ
ПОДПИСНОГО АГЕНТСТВА**

Почта России podpiska.pochta.ru
Урал-Пресс ural-press.ru
Пресса России pressa-rf.ru
ПрессИнформ presskiosk.ru
Ивис ivis.ru **НЭБ** elibrary.ru



2

**ВВЕДИТЕ В СТРОКЕ ПОИСКА
НАЗВАНИЕ ЖУРНАЛА**

На странице журнала размещена информация о его стоимости и условиях доставки



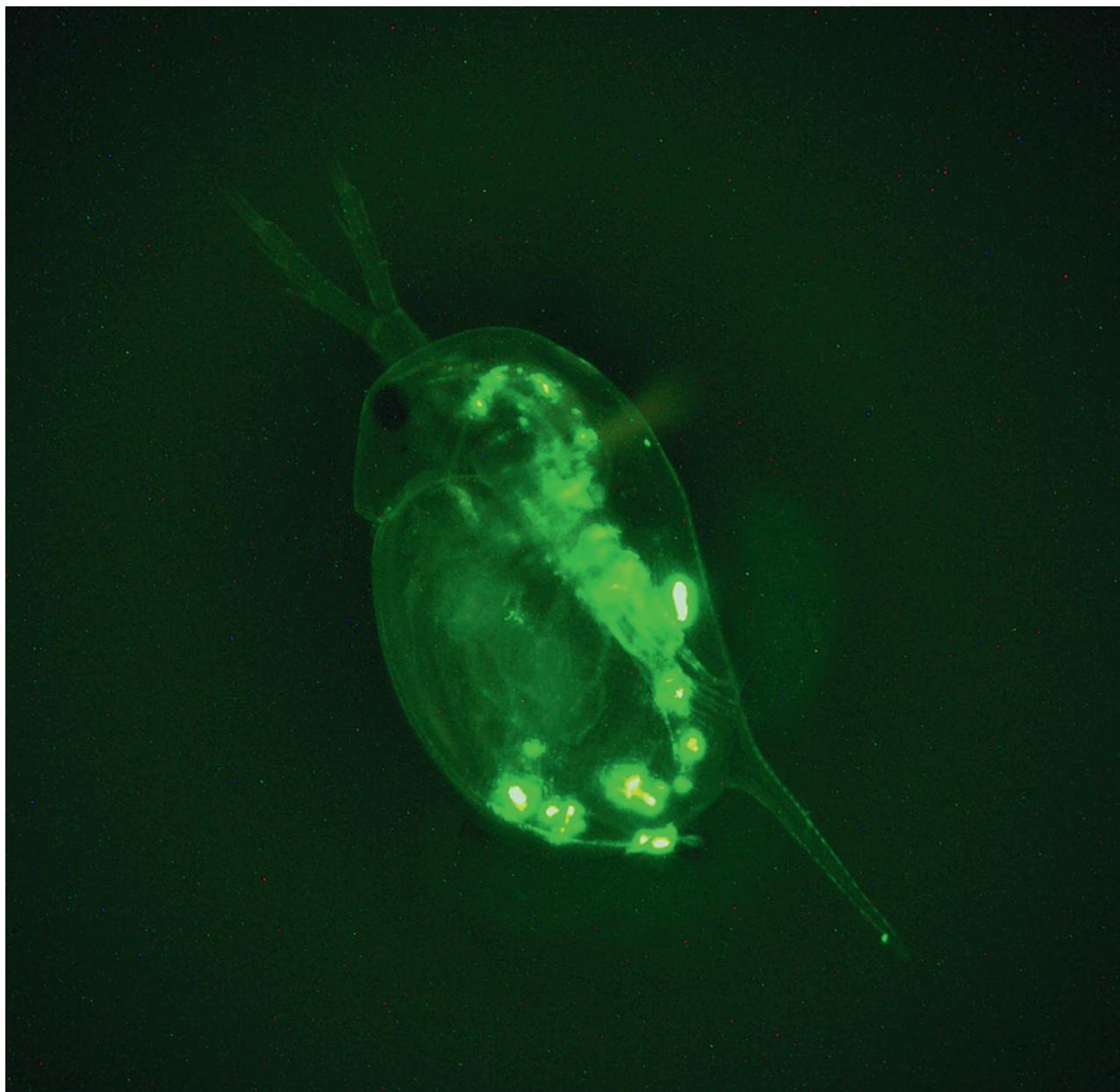
3

**ОФОРМИТЕ ПОДПИСКУ
НА ИЗДАНИЕ**

Обязательно проверьте, что правильно указали контактные данные получателя



ИЗДАТЕЛЬСТВО "НАУКА"
121099, г. Москва, Шубинский пер., д. 6, стр. 1
тел.: +7 (495) 276-77-35
info@naukapublishers.ru
naukapublishers.ru



ISSN 0032-874X



9 770032 874009