

ISSN 2519-2574

Ученые записки
Брянского
государственного
университета

№ 1
2017

Физико-математические науки
/ Биологические науки / Ветеринарные науки

Председатель редакционной коллегии

Антюхов Андрей Викторович – ректор Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского, доктор филологических наук, профессор

Главный редактор журнала

Зайцева Елена Владимировна – доктор биологических наук, профессор

Ответственные редакторы

Родикова Евгения Геннадьевна – кандидат физико-математических наук (*физико-математические науки*)

Семенников Юрий Алексеевич – доктор биологических наук (*биологические науки*)

Харлан Алексей Леонидович – кандидат биологических наук (*ветеринарные науки*)

Редакционная коллегия

Анищенко Лидия Николаевна, доктор биологических наук, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Будько Сергей Леонадьевич, кандидат физико-математических наук, профессор Университета Айовы (США, г. Айова)

Булохов Алексей Данилович, доктор биологических наук, профессор, декан естественно-географического факультета Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Зайцева Елена Владимировна, доктор биологических наук, профессор, декан естественно-географического факультета Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Заякин Владимир Васильевич, доктор биологических наук, профессор кафедры химии Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Зенкин Алексей Сергеевич, доктор биологических наук, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и ветеринарной патологии Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева (Россия, г. Саранск)

Иванов Николай Петрович, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», академик Национальной академии наук Республики Казахстан (НАН РК) (Казахстан, г. Алматы)

Лебедько Егор Яковлевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Института повышения квалификации кадров агро-бизнеса, международных связей и культуры Брянского государственного аграрного университета, Почетный работник высшего профессионального образования РФ (Россия, г. Брянск)

Любимов Валерий Борисович, доктор биологических наук, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Мельников Игорь Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры географии, экологии и землеустройства Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Муканов Касым Касенович, доктор ветеринарных наук, профессор, заместитель генерального директора РГП Национального центра биотехнологии Комитета науки МОН Республики Казахстан (Казахстан, г. Алматы)

Нам Ирина Ян-Гуовна, доктор биологических наук, профессор кафедры химии Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Новиков Владимир Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, директор учебно-

исследовательского центра «Брянская физическая лаборатория» (Россия, г. Брянск)

Попов Павел Аркадьевич, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник учебно-исследовательского центра «Брянская физическая лаборатория» (Россия, г. Брянск)

Пронин Валерий Васильевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной, патологической анатомии и ветсанэкспертизы Ивановской государственной сельскохозяйственной академии (Россия, г. Иваново)

Райдойичич Бильана, доктор ветеринарных наук, профессор Белградского университета (Сербия, г. Белград)

Расулов Карим Магомедович, доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой математического анализа Смоленского государственного университета (Россия, г. Смоленск)

Родикова Евгения Геннадьевна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры математического анализа Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Селезнев Сергей Борисович, доктор ветеринарных наук, профессор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института Российского Университета Дружбы Народов, Заслуженный деятель науки РФ (Россия, г. Москва)

Семенников Юрий Алексеевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Сорокина Марина Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Тельцов Леонид Петрович, доктор биологических наук, профессор кафедры морфологии, физиологии и ветеринарной патологии Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева (Россия, г. Саранск)

Харлан Алексей Леонидович, кандидат биологических наук, заместитель декана естественно-географического факультета Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Черный Николай Васильевич, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены животных и ветеринарной санитарии Харьковской государственной зооветеринарной академии (Украина, г. Харьков)

Шамоян Файзо Азатович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского (Россия, г. Брянск)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-62799 от 18.08.2015
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Ответственность за фактические данные, представленные в статьях, лежит на их авторах

ISSN 2519-2574

SCIENTIFIC NOTES
of the Bryansk State University

N 1
2017

Physics and Mathematics / Biology / Veterinary

Head of the Editorial board

Andrey Viktorovich Antyukhov, Rector of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky,
Sc. D. in Philological Sciences, Professor

Editor-in-chief

Elena Vladimirovna Zaitseva, Sc. D. in Biological sciences, Professor

Associate editors

Eugenia Gennadievna Rodikova, Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences

Yury Alexeevich Semenishchenkov, Sc. D. in Biological Sciences

Alexey Leonidovich Kharlan, Ph. D. in Biological Sciences

Editorial board

Anischenko L. N., Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Dpt. of Geography, Ecology and Land Management of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Budko S. L., Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, the Professor of the National laboratory in Ames of the University of Iowa (USA, Iowa)

Bulokhov A. D., Sc. D. in Biological Sciences, Professor, Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Head of the Dpt. of Biology of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Zaitseva E. V., Sc. D. in Biological Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Natural Sciences of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Zayakin V. V., Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Dpt. of Chemistry of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Zenkin A. S., Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Russia, Saransk)

Ivanov N. P., Sc. D. in Veterinary Sciences, Professor, Chief researcher of the LLC «Kazakh Research Veterinary Institute», Academician (Kazakhstan, Almaty)

Lebedko E. Ya., Sc. D. in Agricultural Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Bryansk State Agricultural University (Russia, Bryansk region)

Lyubimov V. B., Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Dpt. of Geography, Ecology and Land Management of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Melnikov I. V., Ph. D. in Biological Sciences, Associate Professor of the Dpt. of Geography, Ecology and Land Management of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Mukanov K. K., Sc. D. in Veterinary Sciences, Professor, Deputy Director of RSE «National Center for Biotechnology» MES Committee of science of Republic of Kazakhstan (Kazakhstan, Almaty)

Nam I. Ya., Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Dpt. of Chemistry of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Novikov V. V., Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Director of the Training and Research Center «Bryansk Physical Laboratory» (Russia, Bryansk)

Popov P. A., Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Dpt. of Experimental and Theoretic Physics, Leading researcher of the Training and Research Center «Bryansk Physical Laboratory» (Russia, Bryansk)

Pronin V. V., Sc. D. in Biological Sciences, Head of the Dpt. of Normal, pathological anatomy and veterinary sanitary inspection of the Ivanovo State Agricultural Academy (Russia, Ivanovo)

Raidoyichich B., Sc. D. in Veterinary Sciences, Professor of the University of Belgrade (Serbia, Belgrade)

Rasulov K. M., Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Honored Worker of Higher School of the Russian Federation, Head of the Dpt. of Mathematical analysis of the Smolensk State University (Russia, Smolensk)

Rodikova E. G., Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Senior lecturer of the Dpt. of Mathematical Analysis of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Seleznov S. V., Sc. D. in Veterinary Sciences, Professor of the Russian University of Peoples' Friendship, Honored Worker of Science of the Russian Federation (Russia, Moscow)

Semenishchenkov Yu. A., Sc. D. in Biological Sciences, Associate Professor of the Dpt. of Biology of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Sorokina M. M., Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Dpt. of the Algebra and Geometry of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Teltsov L. P., Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Russia, Saransk)

Kharlan A. L., Ph. D. in Biological Sciences, Senior lecturer of the Dpt. of Biology, Deputy Dean of the Faculty of Natural Sciences of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

Chernyi N. V., Sc. D. in Veterinary Sciences, Professor of the Kharkiv State Academy of Animal Health (Ukraine, Kharkov)

Shamoyan F. A., Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Dpt. of Mathematical Analysis of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (Russia, Bryansk)

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Борздыко И.А., Иванашко Е.А.</i>	
ПРИЧИНЫ ПОМЕХ И ОШИБОК В СЕТИ WI-FI	7
<i>Горбачев В.И., Сенченко Е.Д.</i>	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР В ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ	11
<i>Корочкина Г.О., Сорокина М.М.</i>	
О МАКСИМАЛЬНЫХ ПОДФОРМАЦИЯХ Ω -БИКАНОНИЧЕСКИХ И ω -СПЕЦИАЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ КОНЕЧНЫХ ГРУПП	25
<i>Кузьмина Ю.В., Кубанских О.В.</i>	
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ETL	33
<i>Трубников С. В.</i>	
НОВЫЙ МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ПРЕДЕЛЬНОГО ОБНУЛЕНИЯ И МИНИМИЗАЦИИ НЕВЯЗКИ	37

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

<i>Симукова С.В., Маюрова Г.Н.</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ ОБОБЩЕННЫХ УМЕНИЙ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕПЛООБМЕНА	46

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ

<i>Ноздрачева Е.В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ТУБЕРКУЛЕЗУ ЛЕГКИХ ЧЕЛОВЕКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В СЕЛЬСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	55
<i>Панасенко Н.Н., Холенко М.С.</i>	
ФЕНОЛОГИЯ <i>HERACLEUM SOSNOWSKYI</i> НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	62
<i>Рудин М.В., Дорохов А.В., Дорохов Е.В.</i>	
ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ БОРЦОВ И ЛЕГКОАТЛЕТОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА	68
<i>Севастьянова А.В., Семенищников Ю.А.</i>	
РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА С УЧАСТИЕМ <i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES</i> L. (<i>ELEAGNACEAE</i>) В ГОРОДЕ БРЯНСКЕ	72

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

<i>Зайцева Е.В., Первушова М.Н., Первушова Н.Н.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОЙ МОРФОЛОГИИ ПЕЧЕНИ БРОЙЛЕРОВ КРОССА «СМЕНА-7»	80
ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В РЕЦЕНЗИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОННОМ НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ БРЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА» («УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ БГУ»)	84

CONTENT

FUNDAMENTAL AND APPLIED MATHEMATICS

<i>Borzdiko I.A., Ivanashko E.A.</i>	
THE PURPOSES OF INTERFERENCES AND ERRORS IN WI-FI NETWORKS.....	7
<i>Gorbachev V.I., Senchenko E.D.</i>	
REGULARITIES OF ANALYTICAL METHOD OF INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF GEOMETRIC FIGURES IN EUCLIDE SPACE.....	11
<i>Korochkina G.O., Sorokina M.M.</i>	
ON MAXIMAL SUBFORMATIONS OF Ω -BICANONICAL AND ω -SPECIAL FORMATIONS OF FINITE GROUPS.....	25
<i>Kuzmina Yu.V., Kubanskikh O.V.</i>	
SHORT DESCRIPTION OF ETL PROCESS.....	33
<i>Trubnikov S.V.</i>	
A NEW METHOD FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF OPERATOR EQUATIONS BASED ON THE PRINCIPLES OF THE LIMIT RESET AND MINIMIZATION OF THE RESIDUAL.....	37

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL PHYSICS

<i>Simukova S.V., Mayurova G.N.</i>	
STUDENTS' UNIVERSAL SKILLS FORMATION TO SOLVE THE PROBLEMS IN STUDY OF HEAT EXCHANGE	46

FUNDAMENTAL AND APPLIED BIOLOGY

<i>Nozdracheva E.V.</i>	
RESEARCH OF DYNAMICS OF EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS ON TUBERCULOSIS OF LUNG PEOPLE DEPENDING ON ENVIRONMENTAL LOAD IN RURAL AND INDUSTRIAL BUILDINGS OF BRYAN REGION	55
<i>Panasenko N.N., Kholenko M.S.</i>	
HERACLEUM SOSNOWSKIY PHENOLOGY IN THE TERRITORY OF THE BRYANSK REGION	62
<i>Rudin M.V., Dorokhov A.V., Dorokhov E.V.</i>	
FEATURES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF WRESTLERS AND ATHLETES OF DIFFERENT AGES.....	68
<i>Sevast'anova A.V., Semenishchenkov Yu.A.</i>	
PLANT COMMUNITIES WITH PARTICIPATION OF <i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES</i> L. (<i>ELEAGNACEAE</i>) IN THE CITY OF BRYANSK	72

VETERINARY SCIENCES

<i>Zaitseva E.V., Pervushova M.N., Pervushova N.N.</i>	
PECULIARITIES OF THE AGE MORPHOLOGY OF THE LIVER OF CROSS BROODS "SMENA-7"	80
REQUIREMENTS TO THE CONTENTS AND PAPERS OFFERED FOR PUBLICATION IN PEER-REVIEWED ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNALS "SCIENTIFIC NOTES OF BRYANSK STATE UNIVERSITY" ("SCIENTIFIC NOTES OF BSU").....	84

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 004.91

ПРИЧИНЫ ПОМЕХ И ОШИБОК В СЕТИ WI-FI

И.А. Борздыко, Е.А. Иванашко

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В статье описывается влияние условий внешней среды на передачу сигнала по беспроводной сети Wi-Fi, а также спектры Wi-Fi канала. Приводятся виды и способы моделирования имитации ошибок.

Ключевые слова: Wi-Fi, спектры Wi-Fi, помехи, эффективность передачи, канал связи.

В настоящее время происходит информатизация общества, в связи с чем Интернет становится доступным для всех. Так, например, в последнее время происходит снабжение компьютерной техникой и услугами Интернет деревенских школ и школ малых городов. Но данный процесс проходит очень медленно. Гораздо быстрее происходит развитие компьютерных технологий.

Существует безграничный по своей насыщенности источник различных данных – всемирная сеть Интернет. С помощью него люди могут выполнять ряд нужных и полезных функций, например, получать новые знания. Данные можно передавать по проводным и беспроводным линиям телекоммуникаций. Каждый из данных способов имеет свои плюсы и минусы.

Все чаще в последнее время в мировых новостях в области информационных технологий встречаются сообщения о компаниях, использующих технологию Wi-Fi в повседневной работе или предоставляющих Wi-Fi услуги клиентам, а также анонсы различных устройств со встроенной поддержкой Wi-Fi, будь то мобильные телефоны, КПК или ноутбуки.

Технология Wi-Fi – беспроводной аналог стандарта Ethernet, на основе которого строится большая часть офисных компьютерных сетей. Он был зарегистрирован в 1999 году. Wi-Fi – сокращение от английского Wireless Fidelity, обозначающее стандарт беспроводной (радио) связи, который объединяет несколько протоколов и имеет официальное наименование IEEE 802,11 (от Institute of Electrical and Electronic Engineers – международной организации, занимающейся разработкой стандартов в области электронных технологий). Самым известным и распространенным на сегодняшний день является протокол IEEE 802.11b (обычно под сокращением Wi-Fi подразумевают именно его), определяющий функционирование беспроводных сетей, в которых для передачи данных используется диапазон частот от 2,4 до 2,4835 ГГц.

Таким образом, Wi-Fi-технология позволяет решить три важных задачи:

- упростить общение с мобильным компьютером;
- обеспечить комфортные условия для работы деловым партнерам, пришедшим в офис со своим ноутбуком,
- создать локальную сеть в помещениях, где прокладка кабеля невозможна или чрезмерно дорога.

Беспроводная технология может стать как основой IT-системы компании, так и дополнением к уже существующей кабельной сети. Ядром беспроводной сети Wi-Fi является так называемая точка доступа (Access Point), которая подключается к какой-либо наземной сетевой инфраструктуре (например, офисной Ethernet-сети) и обеспечивает передачу радиосигнала. Обычно точка доступа состоит из приёмника, передатчика, интерфейса для подключения к проводной сети и программного обеспечения для обработки данных. После подключения вокруг точки доступа образуется территория радиусом 50-100 метров (её называют хот-спотом или зоной Wi-Fi), на которой можно пользоваться беспроводной сетью.

Как известно, в любых компьютерных сетях присутствуют различные помехи, и беспроводные сети не исключение. Помехи могут быть вызваны различными причинами, среди них самыми распространенными, по мнению сайта zuxel.ru, являются:

- Другие Wi-Fi-устройства (точки доступа, беспроводные камеры и др.), работающие в радиусе действия вашего устройства и использующие тот же частотный диапазон.

Дело в том, что Wi-Fi-устройства подвержены воздействию даже небольших помех, которые создаются другими устройствами, работающими в том же частотном диапазоне. Беспроводные сети стандарта 802.11b/g работают в диапазоне 2,4 ГГц, сети стандарта 802.11a – 5 ГГц, а сети стандарта 802.11n могут работать как в диапазоне 2,4 ГГц, так и 5 ГГц.

В полосе частот 2,4 ГГц для беспроводных сетей доступны 11 каналов шириной 20 МГц (802.11b/g/n) или 13 каналов шириной 40 МГц (IEEE 802.11n) с интервалами 5 МГц между ними. Беспроводное устройство, использующее один из частотных каналов сети Wi-Fi, создает значительные помехи для соседних каналов. Например, если точка доступа использует канал 6, то она оказывает сильные помехи на каналы 5 и 7, а также, уже в меньшей степени, – на каналы 4 и 8. Для исключения взаимных помех между каналами необходимо, чтобы их несущие отстояли друг от друга на 25 МГц (5 межканальных интервалов).

На рисунке показаны спектры 11 каналов[2]. Цветовая кодировка обозначает группы непересекающихся каналов – (1,6,11), (2,7), (3,8), (4,9), (5,11).

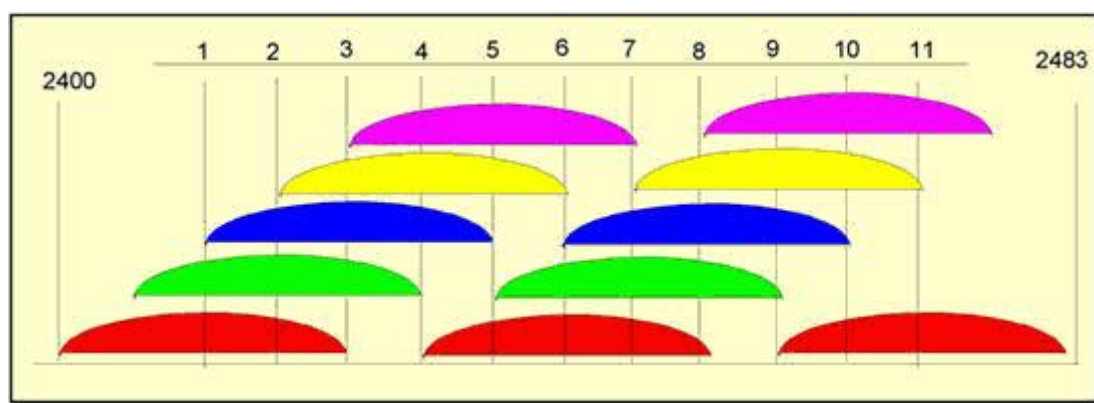


Рис. 1. Спектры Wi-Fi каналов.

Разные беспроводные сети, расположенные в пределах одной зоны действия, следует настраивать на непересекающиеся каналы для минимизации влияния устройств одного типа друг на друга.

- Bluetooth-устройства, работающие в зоне покрытия вашего Wi-Fi-устройства.

Bluetooth-устройства работают в том же частотном диапазоне, что и Wi-Fi-устройства, – 2,4 ГГц, следовательно, могут оказывать влияние на работу различных беспроводных устройств.

- Большие расстояния и препятствия между Wi-Fi-устройствами.

Необходимо помнить, что беспроводные устройства Wi-Fi имеют ограниченный радиус действия. Например, домашний интернет-центр с точкой доступа Wi-Fi стандарта 802.11b/g имеет радиус действия до 60 метров в помещении и до 400 метров вне помещения.

В помещении дальность действия беспроводной точки доступа может быть ограничена несколькими десятками метров, в зависимости от конфигурации комнат, наличия капитальных стен и их количества, а также других препятствий.

Различные препятствия (стены, потолки, мебель, металлические двери и т.д.), расположенные между Wi-Fi-устройствами, могут по-разному отражать/поглощать радиосигналы, что приводит к частичной или полной потере сигнала. В городах с

многоэтажной застройкой основным препятствием для радиосигнала являются здания. Наличие капитальных стен (стен с армированным бетоном), листового металла, штукатурки на стенах, стальных каркасов влияет на качество радиосигнала и может значительно ухудшать работу беспроводных Wi-Fi устройств. Внутри помещения причиной помех радиосигнала также могут являться зеркала и тонированные окна.

Ниже показана таблица потери эффективности сигнала Wi-Fi, работающей в частотном диапазоне 2,4 ГГц, при прохождении через различные среды.

Таблица 1

Влияние препятствия на эффективность Wi-Fi сигнала

Препятствие	Дополнительные потери (dB)	Эффективное расстояние
Открытое пространство	0	100%
Окно без тонировки	3	70%
Окно с тонировкой (металлизированное покрытие)	5-8	50%
Деревянная стена	10	30%
Межкомнатная стена (15,2 см)	15-20	15%
Несущая стена (30,5 см)	20-25	10%
Бетонный пол/потолок	15-25	10-15%
Монолитное железобетонное перекрытие	20-25	10%

Эффективное расстояние означает, насколько уменьшится радиус действия после прохождения соответствующего препятствия по сравнению с открытым пространством. Например, если на открытом пространстве радиус действия Wi-Fi до 400 метров, то после прохождения одной межкомнатной стены он уменьшится до ($400 \text{ м} * 15\% =$) 60 метров. После второй такой же стены радиус станет равным ($60 \text{ м} * 15\% =$) 9 метров. А после третьей радиус уменьшится до величины, равной ($9 \text{ м} * 15\% =$) 1,35 метров. [1]

Вне помещений влиять на качество передаваемого сигнала может ландшафт местности (например, деревья, леса, холмы, овраги, горы и т.п.). Атмосферные помехи (дождь, гроза, снегопад, ураган) также могут являться причиной уменьшения производительности беспроводной сети (в случае, если радиосигнал передается вне помещений, на открытой местности).

Далее были произведены практические замеры изменения сигнала при прохождении различных препятствий. Моделирование было выполнено Android-приложением Wifi Analyzer, установленным в мобильный телефон. В качестве точки доступа использовался роутер Trendnet TEW-638PAP. Итак, по данным приложения вблизи роутера величина сигнала составляла -30 dBm, через межкомнатную стену -40 dBm, через бетонную стену -60 dBm, через бетонную стену с расстоянием от источника около 100 м -90 dBm.

При использовании мобильного устройства в качестве точки доступа получились следующие данные:

Рядом -40 dBm, через межкомнатную стену -60 dBm, через 2 межкомнатных стены на расстоянии 30 м от стены до стены -80 dBm, через бетонную стену -70 dBm.

Таким образом, при прохождении сигнала через межкомнатную стену, потери составляют 10-20 dBm, при прохождении через несущую стену потери составляют 25-30 dBm. Значит, практические данные совпадают с таблицей на 83%.

Список литературы

1. Что влияет на работу беспроводных сетей Wi-Fi? [сайт]. URL: <https://zyxel.ru/kb/2082/> (25.11.2016)
2. Росс Д. Wi-Fi. Беспроводная сеть. НТ Пресс, 2007. 320 с.

3. Рошан П., Лиэри Д. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. – Вильямс, 2004. 295 с.

4. Сюваткин В.С., Есипенко В.И., Ковалев И.П., Сухоребров В.Г. WiMAX – технология беспроводной связи: теоретические основы, стандарты, применения / Под. ред. В.В. Крылова. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 368 с.

Сведения об авторах

Борздыко И.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и прикладной математики Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Иванашко Е.А. – магистрант направления «Прикладная математика и информатика» Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

THE PURPOSES OF INTERFERENCES AND ERRORS IN WI-FI NETWORKS

I.A. Borzdyko, E.A. Ivanashko

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

In this article is described the influence of environmental conditions on the transmission of a signal over a wireless Wi-Fi network, as well as the spectra of a Wi-Fi channel. The types and ways of simulating the simulation of errors are presented.

Keywords: *Wi-Fi, spectra of Wi-Fi, interference, transmission efficiency, communication channel.*

References

1. What affects the operation of wireless Wi-Fi networks? [site]. URL: <https://zyxel.ru/kb/2082/> (11/25/2016)

2. Ross D. Wi-Fi. Wireless network. NT Press, 2007. 320 p.

3. Roshan P., Liery D. Basics of building wireless LANs of the 802.11 standard. – Williams, 2004. 295 p.

4. Suvatkin VS, Esipenko VI, Kovalev IP, Sukhorebrov VG WiMAX – wireless communication technology: theory, standards, applications / Pod. Ed. V.V. Krylov. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2005. 368 p.

About authors

Borzdyko I.A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

Ivanashko E.A. – graduate student, Department of Informatics and Applied Mathematics, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

УДК 371.24+371.212

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР В ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ****В.И. Горбачев, Е.Д. Сенченко**

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В статье рассматриваются закономерности становления аналитического метода исследования геометрических фигур в трехмерном евклидовом пространстве.

Ключевые слова: методика обучения математике, учебная геометрическая деятельность, евклидово пространство, аналитический метод исследования.

В вузовском учебнике «Геометрия» Л.С. Атанасян и В.Т. Базылев характеризуют аналитический метод исследования геометрических фигур, как на уровне общего математического образования [1], [10], [12], так и на уровне высшего [2], [6], [14], как продолжение координатного метода: «метод координат в геометрии в том и состоит, что посредством координат точек геометрические объекты задают аналитически с помощью чисел, уравнений, неравенств или их систем и тем самым при доказательстве теорем или решении геометрических задач используют аналитические методы» [2, с. 49].

Ключевым в аналитическом методе исследования геометрических фигур, на базе которого разработан важный раздел геометрии – аналитическая геометрия, Л.С. Атанасян и В.Т. Базылев рассматривают действие описания геометрических фигур аналитическими условиями: «Но для того, чтобы пользоваться методом координат, необходимо уметь с помощью чисел, уравнений, неравенств или их систем задавать геометрические фигуры» [2, с. 49-50]. Тем самым в развитии аналитического метода выделяются две задачи [7], [8], [9], [13], [15]:

- описание геометрических фигур аналитическими (знаковыми) моделями (уравнениями, неравенствами, системами уравнений или неравенств) в векторном, евклидовом пространствах в содержании координатного метода;

- исследование пространственных, метрических свойств геометрических фигур в содержании аналитических (знаковых) моделей геометрических фигур в арифметическом пространстве.

Общей закономерностью аналитического метода в общеобразовательном курсе геометрии является последовательное формирование каждой из выделенных задач в двумерном векторном, евклидовом пространствах (аналитический метод в планиметрии) и в трехмерном векторном, евклидовом пространствах (аналитический метод в стереометрии).

Методология аналитического метода задается схемой становления субъектных представлений пространств «геометрическое пространство – векторное пространство – евклидово пространство – арифметическое пространство» [3], [4], [5], [11]. В целостной геометрической деятельности геометрические фигуры последовательно «помещаются» в каждое из пространств выделенной схемы и исследуются адекватными пространству методами.

В содержании представлений каждого из пространств создаются адекватные пространству представления геометрических фигур [8], [9], [13], [14], [17]:

- в геометрическом пространстве в интуитивном, конструктивном, аналитическом представлении класса геометрическая фигура задается в системе определений, классификации фигур, с преобразованиями движения, подобия, проектирования, логико-содержательными способами доказательства свойств;

- в векторном пространстве геометрическая фигура исследуется в аффинном базисе с векторным, координатным представлением (векторной, координатной моделями) пространственных свойств;

- в евклидовом пространстве геометрическая фигура конструируется в целесообразно выбранных ортонормированном базисе, декартовой системе координат с обогащенным скалярным произведением векторным, координатным представлением пространственных, метрических свойств;

- в арифметическом пространстве геометрическая фигура представлена своей аналитической моделью – уравнением (неравенством, системой), выражающем характеристическое свойство всех точек фигуры, заданных координатами в декартовой системе координат.

На базе представлений каждого из пространств, начиная с геометрического, в нем создаются образные, аналитические, логико-символические представления геометрических фигур, установленными в пространстве методами осуществляется доказательство, исследование определенного, адекватного пространству спектра свойств геометрических фигур [3], [4], [16], [18].

На каждом этапе перехода «геометрическое пространство – векторное пространство», «векторное пространство – евклидово пространство», «евклидово пространство – арифметическое пространство» свойства геометрической фигуры, установленные в предыдущем пространстве, активно используются и дополняются спектром свойств последующего пространства, имеют накопительный характер.

Учебная геометрическая деятельность в геометрическом пространстве с аналитико-синтетическим методом исследования свойств геометрических фигур, в векторном и евклидовом пространствах с векторным, координатным методами характеризуют достаточно высокий уровень сформированности субъектных пространственных представлений, пространственного мышления в классах геометрических фигур. Однако, векторно-геометрическими представлениями геометрических фигур как понятийно определенных классов геометрическая деятельность не ограничивается, понятие геометрической фигуры как множества точек плоскости, пространства пока не получило своего развития.

В содержании пространственных представлений, мышления схема «евклидово пространство – арифметическое пространство» выступает основанием становления аналитического метода, в котором геометрическая фигура характеризуется координатами своих точек, ее пространственные и метрические свойства получают описание свойствами составляющих фигуру точек. Базовым в точечном, аналитическом (знаковом) представлении метода выступает понятие уравнения геометрической фигуры.

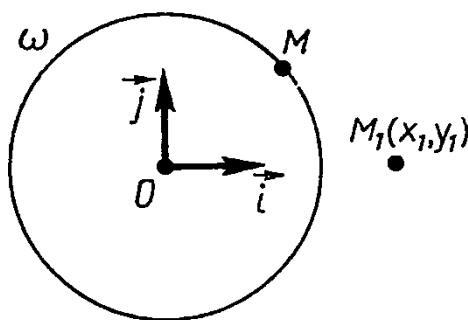
Определение. В декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j})$ на плоскости уравнение $F(x, y) = 0$ называется уравнением геометрической фигуры F, если для него справедливы следующие условия:

1) Если точка $M(a, b)$ принадлежит фигуре F, то ее координаты (a, b) удовлетворяют уравнению (являются решением) $F(x, y) = 0$;

2) Если координаты точки $N(c, d)$ удовлетворяют уравнению $F(x, y) = 0$, то точка N принадлежит фигуре F.

Пример. В декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j})$ на плоскости уравнение $x^2 + y^2 = 4$ называется уравнением окружности с центром в начале координат:

1) Если точка $M(a, b)$ принадлежит окружности, то она удалена от центра на 2 единицы, т.е. $|\vec{OM}| = 2$. В координатной форме равенство имеет вид $\sqrt{x^2 + y^2} = 2$, при возведении в квадрат имеем верное равенство $x^2 + y^2 = 4$.



2) Если точка $M_1(x_1, y_1)$ не принадлежит окружности, то она удалена от начала координат на расстояние, отличное от 2, равенство $|\overline{OM}| = 2$ для нее не выполняется. Это означает, что координаты точки не удовлетворяют уравнению $x^2 + y^2 = 4$.

Замечание. Окружность, как геометрическая фигура со свойством расстояния расположена в двумерном евклидовом пространстве, изображена в декартовой системе координат на плоскости. Множество всех точек окружности – совокупность упорядоченных пар, т.е. элементов арифметического пространства $\mathbb{R}^2$. Уравнение $x^2 + y^2 = 4$ есть аналитическая модель геометрической фигуры, ее исследование осуществляется в арифметическом пространстве. Итак, в аналитическом исследовании геометрической фигуры происходит переход от евклидова пространства к арифметическому пространству, при этом фигура, расположенная в евклидовом пространстве замещается своей аналитической моделью в арифметическом пространстве.

Пример. В декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j})$ на плоскости неравенство $x^2 + y^2 < 4$ является аналитической моделью круга с центром в начале координат и радиуса 2.

В трехмерном евклидовом пространстве справедлив аналог уравнения геометрической фигуры.

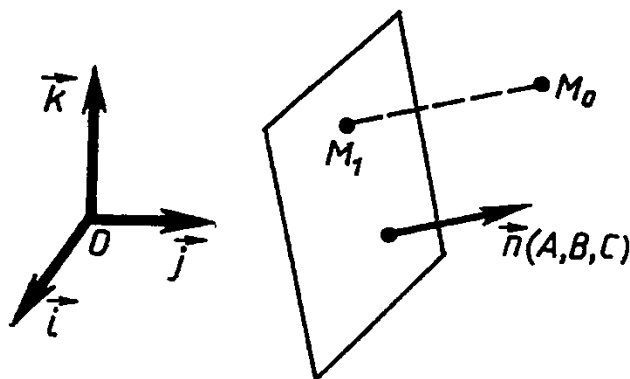
Определение. В декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ в пространстве уравнение $F(x, y, z) = 0$ называется уравнением геометрической фигуры F, если для него справедливы следующие условия:

3) Если точка $M(a, b, c)$ принадлежит фигуре F, то ее координаты (a, b, c) удовлетворяют уравнению (являются решением) $F(x, y, z) = 0$;

4) Если координаты точки $N(c, d, f)$ удовлетворяют уравнению $F(x, y, z) = 0$, то точка N принадлежит фигуре F.

Пример. В декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ в пространстве уравнение $(*)Ax + By + Cz + D = 0$ называется уравнением плоскости:

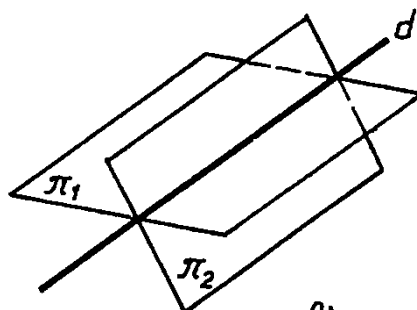
1) Пусть в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ плоскость задана координатами точки $M_1(x_1, y_1, z_1)$ и нормальным вектором $\vec{n} = (A, B, C)$. Если $M(x, y, z)$ – произвольная точка плоскости, то вектор $\overline{MM_1} = (x - x_1, y - y_1, z - z_1)$ и вектор $\vec{n} = (A, B, C)$ будут ортогональны, по условию ортогональности векторов их скалярное произведение равно нулю $A(x - x_1) + B(y - y_1) + C(z - z_1) = 0$. В результате координаты точки $M(x, y, z)$ удовлетворяют уравнению (*).



2) Пусть координаты точки $M_2(x_2, y_2, z_2)$ удовлетворяют уравнению $Ax + By + Cz + D = 0$, т.е. справедливо равенство $Ax_2 + By_2 + Cz_2 + D = 0$. Точка $M_1(x_1, y_1, z_1)$ принадлежит плоскости, ее координаты удовлетворяют уравнению, т.е. $Ax_1 + By_1 + Cz_1 + D = 0$. Вычитая почленно верные равенства получаем координатную форму $A(x_2 - x_1) + B(y_2 - y_1) + C(z_2 - z_1) = 0$ равенства нулю скалярного произведения вектора $\vec{n} = (A, B, C)$ и вектора $\overrightarrow{M_2M_1} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$. Это означает, что точка $M_2(x_2, y_2, z_2)$ принадлежит плоскости.

Замечание. Плоскость, как геометрическая фигура, заданная точкой и нормальным вектором, расположена в трехмерном евклидовом пространстве, изображена в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. Множество всех точек плоскости – совокупность упорядоченных троек, т.е. элементов арифметического пространства $\mathbb{R}^3$. Уравнение $Ax + By + Cz + D = 0$ есть аналитическая модель геометрической фигуры, ее исследование осуществляется в арифметическом пространстве. Итак, в аналитическом исследовании геометрической фигуры в пространстве также происходит переход от евклидова пространства к арифметическому пространству, геометрическая фигура как объект евклидова пространства замещается своей аналитической моделью в арифметическом пространстве.

Пример. В декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ в пространстве система уравнений
$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0 \\ A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0 \end{cases}$$
 с непропорциональными коэффициентами при переменных задает множество точек пространства, являющихся общими для двух плоскостей. Но множество точек пересечения плоскостей есть прямая.



Значит, в трехмерном арифметическом пространстве система линейных уравнений с тремя переменными есть аналитическая модель прямой, как пересечения двух плоскостей трехмерного евклидова пространства.

Вывод. В арифметическом пространстве в форме аналитических моделей - уравнений, неравенств, систем уравнений могут быть заданы определенные классы геометрических фигур евклидова пространства.

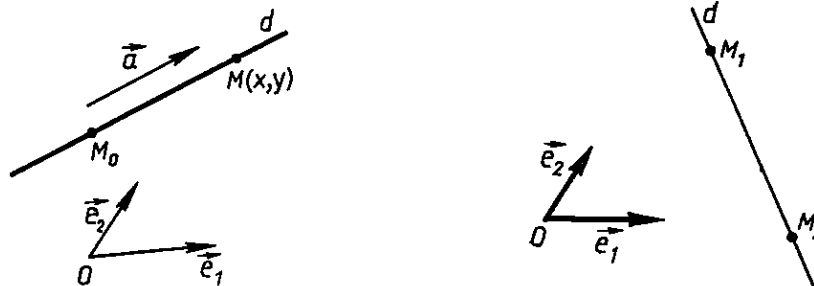
Свойства аналитических моделей арифметического пространства, установленные в процедуре их аналитического исследования, характеризуются как свойства геометрических фигур евклидова пространства.

Практическое становление аналитического метода в схеме «евклидово пространство – арифметическое пространство», отражающего задачу описания геометрических фигур аналитическими (знаковыми) моделями (уравнениями, неравенствами, системами уравнений или неравенств) и задачу исследования пространственных, метрических свойств геометрических фигур в содержании аналитических (знаковых) моделей осуществим в двумерном евклидовом пространстве (аналитический метод в планиметрии) и в трехмерном евклидовом пространстве (аналитический метод в стереометрии) отдельно.

Аналитический метод в планиметрии. Базовыми геометрическими фигурами, описываемыми аналитическими моделями в двумерном евклидовом пространстве, выступают: прямая, окружность, гипербола, парабола. Для построения аналитических моделей используются их характеристики в геометрическом, векторном пространствах как определенных множеств точек плоскости.

Прямая (в геометрическом пространстве) характеризуется как первичный термин, определенный аксиомами единственной определенности двумя различными точками, выбора точки на прямой и расположения точек на прямой. В образном представлении прямая отражает конструктивные возможности линейки. Характер евклидовой геометрии как теории геометрического пространства отражает аксиома параллельности о единственности прямой, проходящей через точку, не лежащую на данной прямой, и не пересекающую ее.

В векторном пространстве прямая задается либо двумя точками, либо точкой и направляющим вектором. Ее характеристическое свойство – свойство коллинеарности всех векторов, определенными точками прямой - $AB = \{M | \overrightarrow{AM} \text{ и } \overrightarrow{AB} \text{ коллинеарны}\}$.



Аналитические модели прямой в евклидовом пространстве:

Пусть прямая в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j})$ на плоскости задана координатами точки $A(a, b)$ и направляющего вектора $\vec{p} = \{\alpha, \beta\}$. Если $M(x, y)$ – произвольная точка прямой, то вектор $\overrightarrow{AM} = \{x - a, y - b\}$ и вектор $\vec{p} = \{\alpha, \beta\}$ коллинеарны. По условию коллинеарности векторов их координаты пропорциональны, в результате получена аналитическая модель прямой

$$\frac{x-a}{\alpha} = \frac{y-b}{\beta}.$$

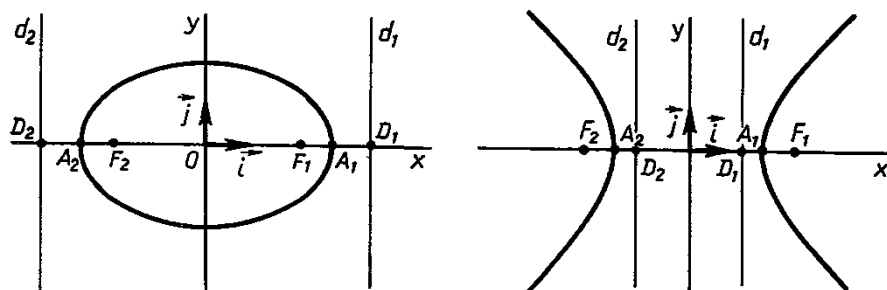
Преобразование пропорции приводит к другой аналитической модели прямой – общему уравнению $Ax + By + C = 0$.

Третья важная модель прямой связана с выражением одной переменной общего уравнения через другую - $y = kx + b$.

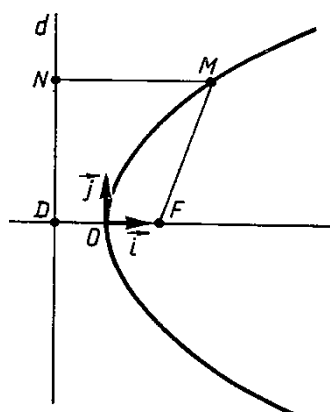
Окружность в геометрическом пространстве определяется как множество всех точек плоскости равноудаленных от данной точки. В векторном пространстве определение окружности имеет форму модульного равенства $|\overrightarrow{AM}| = r$. Для центра $A(a, b)$ окружности, заданного координатами в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j})$, координатная форма модуля вектора приводит к аналитической модели окружности в форме уравнения $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$.

Эллипс, гипербола в геометрическом пространстве определяются постоянством суммы (модуля разности) расстояний до двух заданных точек плоскости. Их определения в векторном пространстве имеют форму конкретных модульных векторных равенств. В евклидовом пространстве координатная форма равенств приводит к соответствующим аналитическим моделям – уравнению $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = r^2$ эллипса и $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = r^2$ гиперболы. Важными в их использовании выступают факты:

- уравнение окружности является частным случаем уравнения эллипса;
- в теории функций широко используется частный случай гиперболы в форме функции обратной пропорциональности.



Парабола в геометрическом пространстве определяется как множество всех точек плоскости, равноудаленных от данной прямой и данной точки. В векторном пространстве определение параболы принимает форму модульного векторного равенства, в евклидовом пространстве – координатную форму равенства, приводимую к аналитической модели $y^2 = 2px$. В курсе алгебры одной из важнейших функциональных зависимостей выступает другая аналитическая модель параболы $y = ax^2 + bx + c$.



Сущность аналитического метода исследования геометрических фигур на плоскости состоит в следующем:

- в геометрической фигуре в качестве структурных элементов выделяются базовые геометрические фигуры (прямые, окружности), для которых известны методы построения их аналитических моделей;

- структурные элементы в геометрической фигуре имеют конкретное пространственное положение, определенным образом расположены друг относительно друга;
- в целесообразно выбранной системе координат структурные элементы однозначно определяются своими аналитическими моделями;
- взаимное расположение структурных элементов фигуры приводит к исследованию взаимных связей их аналитических моделей в форме систем, совокупностей уравнений, неравенств;
- в исследовании взаимосвязей аналитических моделей устанавливаются аналитические характеристики исходной геометрической фигуры.

На конкретных примерах исследования геометрических фигур проверим указанные закономерности аналитического метода.

Задача. Составить уравнения сторон треугольника, зная две его вершины $A(3,5)$ и $B(6,1)$ и точку пересечения его медиан $M(4,0)$.

Треугольник, как геометрическая фигура, находится в двумерном евклидовом пространстве, определяется координатами вершин и точки пересечения медиан. Уравнение прямой, содержащей известные вершины $A(3,5)$ и $B(6,1)$ треугольника, составляется по координатам двух точек. Для медианы AD треугольника неизвестные координаты точки D находятся из свойств точки пересечения $M(4,0)$ медиан треугольника. Аналогично, если N – основание медианы BN , то по свойству точки пересечения $M(4,0)$ медиан находятся и ее координаты. По установленным координатам точки D и известным координатам точки B строится уравнение прямой BC . По найденным координатам точки N и координатам точки A строится уравнение прямой AC . Координаты третьей вершины C треугольника удовлетворяют уравнениям сторон AC и BC и вычисляются как решение системы соответствующих уравнений.

Задача. Даны уравнения двух смежных сторон параллелограмма $x - y - 1 = 0$, $x - 2y = 0$ и точка пересечения его диагоналей $M(3, -1)$. Написать уравнения двух других сторон параллелограмма.

В декартовой системе координат на плоскости возможно построение прямых, содержащих смежные стороны параллелограмма и точки пересечения диагоналей. Если вершина B находится на пересечении смежных сторон параллелограмма с известными уравнениями, то ее координаты находятся из решения системы соответствующих уравнений. На основании свойства диагонали параллелограмма по найденным координатам вершины B и координатам точки $M(3, -1)$ пересечения диагоналей находятся координаты противоположной вершины D параллелограмма. Для прямой AB , заданной уравнением $x - y - 1 = 0$, ее направляющий вектор $\vec{p} = (1, 1)$ по определению параллелограмма будет направляющим и для прямой DC . Для прямой BC , заданной уравнением $x - 2y = 0$, ее направляющий вектор $\vec{r} = (2, 1)$ по определению параллелограмма будет направляющим и для прямой DA . По известной вершине D и направляющим векторам строятся уравнения сторон DC и DA .

Задача. Составить уравнения сторон треугольника, зная одну из его вершин $A(3, -4)$ и уравнения двух высот $7x - 2y - 1 = 0$ и $2x - 7y - 6 = 0$.

Координаты вершины и уравнения высот треугольника позволяют схематично построить треугольник в декартовой системе координат на плоскости.

В геометрическом пространстве высоты треугольника обладают двумя характеристическими свойствами:

- выходят из некоторой вершины треугольника;
- перпендикулярны противоположной стороне треугольника.

В векторном пространстве высота, заданная уравнением (аналитической моделью) $7x - 2y - 1 = 0$ имеет направляющий вектор $\vec{p}_1 = (2, 7)$, высота $2x - 7y - 6 = 0$ имеет направляющий вектор $\vec{p}_2 = (7, 2)$.

В евклидовом пространстве высота с уравнением $7x - 2y - 1 = 0$ имеет нормальный вектор $\vec{n}_1 = (7, -2)$, высота с уравнением $2x - 7y - 6 = 0$ имеет нормальный вектор $\vec{n}_2 = (2, -7)$. Первая из высот перпендикулярна стороне AC треугольника, т. е. нормальный вектор $\vec{n}_1 = (7, -2)$ высоты является направляющим для стороны AC. Тогда уравнение AC строится по точке A(3, -4) и направляющему вектору $\vec{n}_1 = (7, -2)$. Вторая из высот перпендикулярна стороне AB треугольника, т. е. нормальный вектор $\vec{n}_2 = (2, -7)$ высоты является направляющим для стороны AB.

Уравнение AB строится по точке A(3, -4) и направляющему вектору $\vec{n}_2 = (2, -7)$. Координаты вершины B треугольника вычисляются как решение системы уравнений стороны AB и высоты $7x - 2y - 1 = 0$. Координаты вершины C треугольника вычисляются из системы уравнений стороны AC и второй из высот.

Задача. Найти точки пересечения окружности $x^2 + y^2 + 2x - 4y - 20 = 0$ с прямыми: 1) $x - y - 4 = 0$; 2) $3x - 4y + 36 = 0$; 3) $x - y - 5 = 0$.

Геометрические фигуры (окружность, прямые) в условии задачи заданы своими аналитическими моделями в арифметическом пространстве. Уравнения фигур позволяют построить их образы в декартовой системе координат евклидова пространства, что обеспечивает проведение исследования их взаимного положения в визуальной форме.

Аналитическое уравнение окружности в канонической форме $(x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2$ определяет координаты центра A(-1, 2) и радиус $r = 2$.

В арифметическом пространстве координаты точек пересечения всяких линий находятся как решения системы соответствующих уравнений линий.

Координаты точек пересечения окружности $(x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2$ и прямой $x - y - 4 = 0$ находятся из исследования системы уравнений
$$\begin{cases} (x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2 \\ x - y - 4 = 0 \end{cases}$$

Координаты точек пересечения окружности $(x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2$ и прямой $3x - 4y + 36 = 0$ находятся из исследования системы уравнений
$$\begin{cases} (x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2 \\ 3x - 4y + 36 = 0 \end{cases}$$

Координаты точек пересечения окружности $(x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2$ и прямой $x - y - 5 = 0$ находятся из исследования системы уравнений
$$\begin{cases} (x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2 \\ x - y - 5 = 0 \end{cases}$$

Отсутствие решений у системы уравнений означает, что соответствующие линии не пересекаются, кратные решения означают, что прямая касается окружности, два набора решений системы означает, что прямая и окружность пересекаются в двух точках.

Аналитический метод в стереометрии. Базовыми геометрическими фигурами, описываемыми аналитическими моделями в трехмерном евклидовом пространстве, выступают: прямая, плоскость, сфера. Для построения аналитических моделей используются их характеристики в геометрическом, векторном пространствах как определенных множеств точек пространства.

Плоскость в геометрическом пространстве задается аксиомой существования и единственности плоскости, проходящей через три различные точки, не лежащие на одной прямой; аксиомой пересечения двух плоскостей с общей точкой по прямой; аксиомой существования точки вне плоскости. Геометрические фигуры в плоскости характеризуются пространственными, конструктивными свойствами, метрические свойства геометрических фигур представлены линейными, угловыми величинами, величиной площади. Основными преобразованиями плоскости выступают преобразования движения, подобия.

В векторном пространстве плоскость рассматривается как двумерное векторное пространство, в котором любые два неколлинеарных вектора образует базис. Характеристическим свойством векторов плоскости является их компланарность. Геометрические фигуры в плоскости как двумерном векторном пространстве исследуются в содержании векторного метода – целесообразным выделением базиса и разложением векторов, определенных сторонами, отрезками фигуры, по базисным векторам.

В евклидовом пространстве плоскость задается как двумерное евклидово пространство – с базисом из двух ортонормированных векторов, со скалярным произведением векторов в векторной и координатной форме, с произвольным выбором декартовой системы координат. В плоскости как двумерном векторном пространстве геометрические фигуры исследуются в содержании векторного и координатного методов. Пространственные свойства геометрических фигур характеризуются в системе свойств коллинеарности и ортогональности, метрические свойства длины, величины угла, площади вычисляются на базе свойств скалярного произведения.

Аналитические модели плоскости в евклидовом пространстве:

Пусть в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ плоскость задана координатами точки $M_1(x_1, y_1, z_1)$ и нормальным вектором $\vec{n} = (A, B, C)$. Если $M(x, y, z)$ – произвольная точка плоскости, то ее координаты удовлетворяют уравнению $Ax + By + Cz + D = 0$. Данное уравнение первой степени с тремя переменными есть аналитическая модель плоскости в трехмерном арифметическом пространстве.

Пусть в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ плоскость задана координатами точки $M_1(x_1, y_1, z_1)$ и парой неколлинеарных векторов $\vec{p}_1 = (\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ и $\vec{p}_2 = (\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$ в качестве базиса плоскости. Если $M(x, y, z)$ – произвольная точка плоскости, то вектор $\overrightarrow{MM_1} = (x - x_1, y - y_1, z - z_1)$ разлагается по векторам базиса $\overrightarrow{MM_1} = k\vec{p}_1 + l\vec{p}_2$. В координатной форме векторное равенство имеет вид системы уравнений (аналитической модели плоскости)

$$\begin{cases} x - x_1 = k\alpha_1 + l\alpha_2 \\ y - y_1 = k\beta_1 + l\beta_2 \\ z - z_1 = k\gamma_1 + l\gamma_2 \end{cases}$$

Прямая в геометрическом пространстве помимо задания двумя различными точками в аксиомах планиметрии определяется пересечением плоскостей, заданием плоскости двумя пересекающимися прямыми, выбором прямой в плоскости и вне ее.

В векторном пространстве прямая определяется фиксированной точкой и направляющим вектором, свойства параллельности и перпендикулярности прямых трактуются в понятиях коллинеарности и ортогональности направляющих векторов прямых.

В евклидовом пространстве в ортонормированной системе координат исследуются все условия взаимного расположения прямых в пространстве, прямой и плоскости, вычисляются расстояния от точки до прямой, между прямыми.

Аналитические уравнения прямой:

Пусть прямая в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ в пространстве задана координатами точки $A(a, b, c)$ и направляющего вектора $\vec{p} = \{\alpha, \beta, \gamma\}$. Если $M(x, y, z)$ – произвольная точка прямой, то вектор $\overrightarrow{AM} = \{x - a, y - b, z - c\}$ и вектор $\vec{p} = \{\alpha, \beta, \gamma\}$ коллинеарны. По условию коллинеарности векторов их координаты пропорциональны. В результате получена аналитическая модель прямой

$$\frac{x-a}{\alpha} = \frac{y-b}{\beta} = \frac{z-c}{\gamma}.$$

Пусть прямая в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ в пространстве задана пересечением двух плоскостей $A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0$ и $A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0$. Все точки прямой удовлетворяют каждому из уравнений плоскостей, т. е. являются решением системы

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0 \\ A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0 \end{cases}$$

Сфера в геометрическом пространстве определяется как множество всех точек пространства, равноудаленных от данной точки, сечения сферы плоскостями задают окружности. В геометрическом пространстве исследуется взаимное расположение сферы и многогранников, вычисляются площадь поверхности сферы и ее объем.

В евклидовом пространстве сфера задается модульным векторным равенством. Для центра $A(a, b, c)$ сферы, заданного координатами в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$, координатная форма модуля вектора приводит к аналитической модели сферы в форме уравнения $(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2 = r^2$.

Сущность аналитического метода исследования геометрических фигур в пространстве, аналогичная аналитическому методу на плоскости, состоит в следующем:

- в геометрической фигуре в качестве структурных элементов выделяются базовые геометрические фигуры (точки, прямые, плоскости, окружности, сферы), для которых известны методы построения их аналитических моделей;
- структурные элементы в геометрической фигуре имеют конкретное пространственное положение, определенным образом расположены друг относительно друга;
- в целесообразно выбранной системе координат структурные элементы однозначно определяются своими аналитическими моделями;
- взаимное расположение структурных элементов фигуры приводит к исследованию взаимных связей их аналитических моделей в форме систем, совокупностей уравнений, неравенств;
- в исследовании взаимосвязей аналитических моделей устанавливаются аналитические характеристики исходной геометрической фигуры.

На конкретных примерах исследования геометрических фигур проверим указанные закономерности аналитического метода.

Задача. Проверить, что четырехугольник, вершины которого находятся в точках $A(5,2,6), B(6,4,4), C(4,3,2), D(3,1,4)$, есть квадрат.

Геометрическая фигура (четыреугольник) задана в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ трехмерного евклидова пространства своими координатами.

Принадлежность всех вершин четырехугольника плоскости определяется компланарностью векторов $\overrightarrow{AB} = \{1, 2, -2\}$, $\overrightarrow{AC} = \{-1, 1, -4\}$ и $\overrightarrow{AD} = \{-2, -1, -2\}$, т. е. разложением вектора $\overrightarrow{AC} = \{-1, 1, -4\}$ по векторам $\overrightarrow{AB} = \{1, 2, -2\}$, $\overrightarrow{AD} = \{-2, -1, -2\}$ в форме равенства $\overrightarrow{AC} = x\overrightarrow{AB} + y\overrightarrow{AD}$ с неизвестными коэффициентами. Подстановка координат в векторное равенство приводит к системе уравнений с решением $x = 1, y = 1$ т. е. $\overrightarrow{AC} = 1\overrightarrow{AB} + 1\overrightarrow{AD}$.

Для плоского четырехугольника проверим характеристические свойства квадрата – параллельность противоположных сторон, равенство смежных сторон, перпендикулярность смежных сторон.

Поскольку векторы $\overrightarrow{AB} = \{1, 2, -2\}$ и $\overrightarrow{DC} = \{1, 2, -2\}$ имеют равные координаты, то противоположные стороны четырехугольника равны и параллельны.

Длины сторон вычисляются как модули соответствующих векторов $|\overrightarrow{AB}| = 3$, $|\overrightarrow{AD}| = 3$.

Угол между векторами вычисляется из условия ортогональности векторов $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AD}$.

Задача. Даны вершины треугольника $A(4,1,-2)$, $B(2,0,0)$, $C(-2,3,-5)$. Составить уравнение его высоты, опущенной из вершины В на противоположащую сторону.

Геометрическая фигура (треугольник) задана в декартовой системе координат $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ трехмерного евклидова пространства координатами своих вершин. Если $M(x, y, z)$ – произвольная точка высоты на прямую AC, то вектор $\overrightarrow{BM} = \{x - 2, y - 0, z - 0\}$ и вектор $\overrightarrow{AC} = \{-6, 2, -3\}$ ортогональны, их скалярное произведение равно 0, имеем уравнение плоскости: $-6(x - 2) + 2(y - 0) - 3(z - 0) = 0$.

Вершины треугольника $A(4,1,-2)$, $B(2,0,0)$, $C(-2,3,-5)$ задают плоскость $Ax + By + Cz + D = 0$ с неизвестными коэффициентами. Их поиск осуществляется из системы уравнений, полученных подстановкой координат вершин треугольника. Система уравнений выделенных плоскостей определяет высоту.

В системе закономерностей аналитического метода исследования геометрических фигур, конкретизированная на задачах планиметрии и стереометрии определяет базовые виды деятельности по его формированию.

1. Представление арифметической модели трехмерного евклидова пространства:

- представление векторов трехмерного евклидова пространства упорядоченными тройками координат в фиксированном ортонормированном базисе, представление векторов координатной плоскости (двумерного подпространства) упорядоченными парами координат в фиксированном базисе;

- установление соответствия между линейными комбинациями векторов трехмерного евклидова пространства и линейными комбинациями каждой из координат упорядоченных троек, между линейными комбинациями векторов координатной плоскости (двумерного подпространства) и линейными комбинациями каждой из координат упорядоченных пар;

- установление соответствия между скалярным произведением векторов трехмерного евклидова пространства, двумерного подпространства и действительным числом, равным сумме произведений соответствующих координат упорядоченных троек, пар;

- представление арифметического пространства R^3 всех упорядоченных троек действительных чисел в качестве арифметической модели трехмерного евклидова пространства, арифметического пространства R^2 всех упорядоченных пар в качестве арифметической модели двумерного подпространства;

- постановка задачи поиска аналогов (аналитических моделей) прямых, плоскостей, линий, поверхностей в арифметическом пространстве R^3 , двумерном подпространстве R^2 .

2. Становление аналитического метода исследования пространственных и метрических свойств геометрических фигур в двумерном евклидовом пространстве:

- представление прямых, базовых линий на плоскости как объектов двумерного евклидова подпространства характеристическими свойствами точек, векторов;

- построение арифметических образов (моделей) прямых, базовых линий в арифметической модели R^2 двумерного евклидова пространства координатным методом в форме уравнений с двумя переменными;

- исследование расположения прямых, линий относительно системы координат, их взаимного расположения алгебраическими средствами анализа соответствующих арифметических моделей;

- представление плоской геометрической фигуры, указанной в исходной практической задаче исследования метрических и пространственных свойств, в ортонормированном базисе двумерного евклидова пространства векторно-координатными характеристиками

структурирующих ее вершин, изображенных и достраиваемых прямых, линий, точек их пересечения;

- построение аналитической модели практической задачи в форме координат вершин, уравнений изображенных и достраиваемых прямых, линий;

- исследование аналитической модели исходной практической задачи алгебраическими средствами на базе координатных условий принадлежности, коллинеарности, ортогональности;

- интерпретация результатов исследования аналитической модели, их применение в вычислении пространственных, метрических свойств геометрической фигуры в евклидовом пространстве.

3. Становление аналитического метода исследования пространственных и метрических свойств геометрических фигур в трехмерном евклидовом пространстве:

- представление плоскостей, базовых поверхностей, прямых, линий их пересечения как объектов трехмерного евклидова подпространства характеристическими свойствами точек, векторов;

- построение арифметических образов (моделей) плоскостей, базовых поверхностей, прямых, линий их пересечения в арифметической модели R^3 трехмерного евклидова пространства координатным методом в форме уравнений с тремя переменными, их систем;

- исследование расположения плоскостей, поверхностей, относительно системы координат, их взаимного расположения алгебраическими средствами анализа соответствующих арифметических моделей;

- представление пространственной геометрической фигуры, указанной в исходной практической задаче исследования метрических и пространственных свойств, в ортонормированном базисе трехмерного евклидова пространства векторно-координатными характеристиками структурирующих ее вершин, изображенных и достраиваемых плоскостей, поверхностей, прямых, линий, точек их пересечения;

- построение аналитической модели практической задачи в форме координат вершин, уравнений изображенных и достраиваемых плоскостей, поверхностей геометрической фигуры;

- исследование аналитической модели исходной практической задачи алгебраическими средствами на базе координатных условий принадлежности, коллинеарности, ортогональности компонентов геометрической фигуры;

- интерпретация результатов исследования аналитической модели, их применение в вычислении пространственных, метрических свойств геометрической фигуры в евклидовом пространстве.

Список литературы

1. Александров А.Д., Вернер А.Л., Рыжик В.И. Геометрия: Учебное пособие для учащихся 10 кл. с углуб. изуч. математики. М.: Просвещение, 1999. 238 с.

2. Атанасян Л.С., Базылев В.Т. Геометрия. В 2-х ч. Ч. I. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1986. 336 с.

3. Горбачев В.И. Теория трехмерного евклидова пространства в методологии теоретического типа мышления // Ученые записки Орловского государственного университета. 2016. № 1(70). С. 151-158.

4. Горбачев В.И. Теория геометрических фигур геометрического пространства в методологии теоретического типа мышления // Наука и школа. 2016. № 4. С. 132-144.

5. Горбачев В.И., Сенченко Е. Д. Закономерности исследования геометрических фигур в евклидовом пространстве // Ученые записки Брянского государственного университета: физико-математические науки / биологические науки / ветеринарные науки. Брянск: РИО БГУ, 2016. № 4. С. 18-29. [URL: <http://scim-brgu.ru>].

6. Гусев В.А., Колягин Ю.М., Луканкин Г.Л. Векторы в школьном курсе геометрии. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1976. 48 с.

7. Далингер В.А. Методика обучения учащихся доказательству математических предложений: кн. для учителя. М.: Просвещение, 2006. 256 с.
8. Каюмов О.Р. Диалоги о векторном методе. Аффинные задачи // Математика в школе. 2015. № 8. С. 24-34.
9. Каюмов О.Р. Диалоги о векторном методе. Метрические задачи // Математика в школе. 2015. № 9. С. 25-35.
10. Колмогоров А.Н., Семенович А.Ф., Черкасов Р.С. Геометрия. Учебное пособие для 6-8 классов средней школы. М.: Просвещение, 1980. 382 с.
11. Методика обучения геометрии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. В.А. Гусева. М.: Издательский центр «Академия». 368 с.
12. Погорелов А.В. Геометрия: Учебное пособие для 7-11 классов средней школы. М.: Просвещение, 1989. 303 с.
13. Потоскуев Е.В. Векторно-координатный метод при решении стереометрических задач // Математика в школе. 1995. №1. С. 23-25.
14. Скопец З.А. Векторное решение стереометрических задач // В кн.: Преподавание геометрии в 9-10 классах. М.: Просвещение, 1980. С.184-230.
15. Шестаков С.А. Векторы на экзаменах. Векторный метод в стереометрии. М.: МЦНМО, 2005. 112с.
16. Яглом И.М. Аксиоматические обоснования геометрии // В кн.: Новое в школьной математике. М.: Знание, 1972. С. 40-63.
17. Яглом И.М. О школьном курсе геометрии // Математика в школе. 1963. № 2. С. 53-57.
18. Якиманская И.С. Развитие пространственного мышления школьников. Научн. исслед. ин-т общей и пед. психологии Акад. пед. наук СССР. М.: Педагогика, 1980. 240 с.

Сведения об авторах

Горбачев В.И. – кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный учитель Российской Федерации – директор естественно-научного института Брянского государственного университета имени акад. И.Г. Петровского; e-mail: enibgu@mail.ru;

Сенченко Е.Д. – магистрант направления «Педагогическое образование» Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

REGULARITIES OF ANALYTICAL METHOD OF INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF GEOMETRIC FIGURES IN EUCLIDE SPACE

V.I. Gorbachev, E.D. Senchenko

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

The article deals with the regularities of the formation of an analytical method for the study of geometric figures in three-dimensional Euclidean space.

Keywords: *methodology of teaching mathematics, educational geometric activity, Euclidean space, analytical method of research.*

References

1. Aleksandrov A.D., Verner A.L., Ryzhik V.I. Geometrija: Uchebnoe posobie dlja uchashhihsja 10 kl. s uglub. izuch. matematiki. M.: Prosveshhenie, 1999. 238 p.
2. Atanasjan L.S., Bazylev V.T. Geometrija. V 2-h ch. Ch. I. Ucheb. posobie dlja studentov fiz.-mat. fak. ped. in-tov. M.: Prosveshhenie, 1986. 336 p.
3. Gorbachev V.I. Teorija trehmernogo evklidova prostranstva v metodologii teoreticheskogo tipa myshlenija // Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. № 1(70). P. 151-158.

4. Gorbachev V.I. Teorija geometricheskikh figur geometricheskogo prostranstva v metodologii teoreticheskogo tipa myshlenija // Nauka i shkola. 2016. № 4. P. 132-144.
5. Gorbachev V.I., Senchenko E. D. Zakonomernosti issledovaniya geometricheskikh figur v evklidovom prostranstve // Uchenye zapiski Brjanskogo gosudarstvennogo universiteta: fiziko-matematicheskie nauki / biologicheskie nauki / veterinarnye nauki. Brjansk: RIO BGU, 2016. № 4. P. 18-29. [URL: <http://scim-brgu.ru>].
6. Gusev V.A., Koljagin Ju.M., Lukankin G.L. Vektory v shkol'nom kurse geometrii. Posobie dlja uchitelej. M.: Prosveshhenie, 1976. 48 p.
7. Dalinger V.A. Metodika obucheniya uchashhihsja dokazatel'stvu matematicheskikh predlozhenij: kn. dlja uchitelja. M.: Prosveshhenie, 2006. 256 p.
8. Kajumov O.R. Dialogi o vektornom metode. Affinnye zadachi // Matematika v shkole. 2015. № 8. P. 24-34.
9. Kajumov O.R. Dialogi o vektornom metode. Metricheskie zadachi // Matematika v shkole. 2015. № 9. P. 25-35.
10. Kolmogorov A.N., Semenov A.F., Cherkasov R.S. Geometrija. Uchebnoe posobie dlja 6-8 klassov srednej shkoly. M.: Prosveshhenie, 1980. 382 p.
11. Metodika obucheniya geometrii: Ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij / Pod red. V.A. Guseva. M.: Izdatel'skij centr «Akademija». 368 p.
12. Pogorelov A.V. Geometrija: Uchebnoe posobie dlja 7-11 klassov srednej shkoly. M.: Prosveshhenie, 1989. 303 p.
13. Potoskuev E.V. Vektorno-koordinatnyj metod pri reshenii stereometricheskikh zadach // Matematika v shkole. 1995. №1. P. 23-25.
14. Skopets Z.A. Vektornoe reshenie stereometricheskikh zadach // V kn.: Prepodavanie geometrii v 9-10 klassah. M.: Prosveshhenie, 1980. P.184-230.
15. Shestakov S.A. Vektory na jekzamenah. Vektornyj metod v stereometrii. M.: MCNMO, 2005. 112 p.
16. Jaglom I.M. Aksiomaticheskie obosnovaniya geometrii // V kn.: Novoe v shkol'noj matematike. M.: Znanie, 1972. P. 40-63.
17. Jaglom I.M. O shkol'nom kurse geometrii // Matematika v shkole. 1963. № 2. P. 53-57.
18. Jakimanskaja I.S. Razvitie prostranstvennogo myshlenija shkol'nikov. Nauchn. issled. in-t obshhej i ped. psihologii Akad. ped. nauk SSSR. M.: Pedagogika, 1980. 240 p.

About authors

Gorbachev V.I. – Doctor of Education, professor, Director of Institute of Natural Sciences, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: enibgu@mail.ru;

Senchenko E.D. – graduate student, Department of Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

УДК 512.542

О МАКСИМАЛЬНЫХ ПОДФОРМАЦИЯХ Ω -БИКАНОНИЧЕСКИХ И ω -СПЕЦИАЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

Г.О. Корочкина, М.М. Сорокина

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В работе изучаются свойства Ω -биканонических и ω -специальных формаций конечных групп, зависящие от свойств их спутников. Установлена взаимосвязь между двумя Ω -биканоническими (ω -специальными) формациями, в частности, установлены достаточные условия, при которых Ω -биканоническая (ω -специальная) формация $\mathfrak{F}_1$ является максимальной Ω -биканонической (ω -специальной) подформацией Ω -биканонической (ω -специальной) формации $\mathfrak{F}_2$.

Ключевые слова: конечная группа; класс групп; формация групп; Ω -биканоническая формация; ω -специальная формация.

Рассматриваются только конечные группы и классы конечных групп. Классом групп называется всякое множество групп, которое содержит вместе с каждой своей группой и все группы, ей изоморфные (см., например, [1]). Одним из наиболее важных видов классов групп являются классы, замкнутые относительно гомоморфных образов и конечных подпрямых произведений, называемые формациями. Понятие формации было введено в рассмотрение Гашюцом в 1963 году [2]. Основные положения теории формаций представлены в монографиях Л.А. Шеметкова [3], А.Н. Скибы [4], Дерка и Хоукса [1] и др.

В теории формаций конечных групп наиболее изученными на сегодняшний день являются локальные и композиционные формации, а также их обобщения – ω -локальные и Ω -композиционные формации (см., например, [5 – 8]). В 1999 году В.А. Ведерников ввел в рассмотрение две новые серии формаций – Ω -расслоенные и ω -веерные формации [9, 10]. При этом, Ω -композиционные формации составили один из видов Ω -расслоенных формаций, а ω -локальные формации – один из видов ω -веерных формаций. Другими важными видами Ω -расслоенных и ω -веерных формаций являются соответственно Ω -биканонические и ω -специальные формации, между которыми существует определенная взаимосвязь, а именно, согласно теореме о соответствии ([11], теорема 4) для каждой ω -специальной формации существует совпадающая с ней Ω -биканоническая формация.

Исследованию свойств Ω -биканонических и ω -специальных формаций конечных групп посвящена данная работа. В частности, для двух Ω -биканонических (ω -специальных) формаций $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ установлены достаточные условия, при которых формация $\mathfrak{F}_1$ является максимальной Ω -биканонической (ω -специальной) подформацией формации $\mathfrak{F}_2$.

Используются определения и обозначения, принятые в [3, 9 – 12]. Приведем лишь некоторые из них. Пусть

$\mathfrak{E}$ – класс всех групп;

(G) – класс всех групп, изоморфных группе G ;

$\mathfrak{A}$ – класс всех абелевых групп;

$\mathfrak{S}$ – класс всех простых групп;

$K(G)$ – класс всех простых групп, изоморфных композиционным факторам группы G ;

$K(\mathfrak{X})$ – объединение классов $K(G)$ для всех $G \in \mathfrak{X}$;

Ω – непустой подкласс класса $\mathfrak{S}$;

$\mathfrak{E}_\Omega$ – класс всех Ω -групп, т.е. таких групп G , что $K(G) \subseteq \Omega$;

$\mathfrak{E}_A = \mathfrak{E}_{(A)}$; $\mathfrak{E}_{A'} = \mathfrak{E}_{(A)'}$, где A – простая группа;

$O_\Omega(G) = G_{\mathfrak{E}_\Omega}$ – $\mathfrak{E}_\Omega$ -радикал группы G , т.е. наибольшая нормальная Ω -подгруппа группы G .

Функция $f: \Omega \cup \{\Omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, где $f(\Omega') \neq \emptyset$, называется ΩF -функцией; функция $g: \mathfrak{Z} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$ называется F -функцией; функция $\varphi: \mathfrak{Z} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$ называется FR -функцией; функции f , g и φ принимают одинаковые значения на изоморфных группах из области определения ([9], с. 126). Формация

$$\Omega F(f, \varphi) = (G \in \mathfrak{E} \mid G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G))$$

называется Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f и направлением φ ; формация

$$F(g, \varphi) = (G \in \mathfrak{E} \mid G/G_{\varphi(A)} \in g(A) \text{ для всех } A \in K(G))$$

называется расслоенной формацией со спутником g и направлением φ ([9], с. 127). Формация $\Omega F(f, \varphi_2)$ (соответственно $F(g, \varphi_2)$), где $\varphi_2(A) = \mathfrak{E}_{A'} \mathfrak{E}_A$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z} \cap \mathfrak{U}$ и $\varphi_2(A) = \mathfrak{E}_{A'}$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z} \setminus \mathfrak{U}$, называется Ω -биканонической (биканонической) формацией и обозначается $\Omega BF(f)$ (соответственно $BF(g)$) ([9], с. 128).

Пусть $\mathbb{P}$ – множество всех простых чисел;

$\pi(G)$ – совокупность всех простых делителей порядка группы G ;

$\pi(\mathfrak{X})$ – объединение множеств $\pi(G)$ для всех $G \in \mathfrak{X}$;

ω – непустое подмножество множества $\mathbb{P}$;

$\mathfrak{E}_\omega$ – класс всех ω -групп, т.е. таких групп G , что $\pi(G) \subseteq \omega$;

$O_\omega(G) = G_{\mathfrak{E}_\omega}$ – $\mathfrak{E}_\omega$ -радикал группы G , т.е. наибольшая нормальная ω -подгруппа группы G ;

$\mathfrak{N}_p$ – класс всех p -групп.

Функция $f: \omega \cup \{\omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, где $f(\omega') \neq \emptyset$, называется ωF -функцией; функция $g: \mathbb{P} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$ называется $\mathbb{P}F$ -функцией; функция $\delta: \mathbb{P} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$ называется $\mathbb{P}FR$ -функцией. Формация

$$\omega F(f, \delta) = (G \in \mathfrak{E} \mid G/O_\omega(G) \in f(\omega') \text{ и } G/G_{\delta(p)} \in f(p) \text{ для всех } p \in \omega \cap \pi(G))$$

называется ω -веерной формацией с ω -спутником f и направлением δ ; формация

$$\mathbb{P}F(g, \delta) = (G \in \mathfrak{E} \mid G/G_{\delta(p)} \in g(p) \text{ для всех } p \in \pi(G))$$

называется веерной формацией со спутником g и направлением δ ([10], с. 45). Формация $\omega F(f, \delta_2)$ (соответственно $\mathbb{P}F(g, \delta_2)$), где $\delta_2(p) = \mathfrak{E}_{Z_p'} \mathfrak{N}_p$ для любого $p \in \mathbb{P}$, называется ω -специальной (специальной) формацией и обозначается $\omega SF(f)$ (соответственно $\mathbb{P}SF(g)$) ([11], с. 40).

Пусть $\mathfrak{X}$ и $\mathfrak{Y}$ – классы групп. Тогда произведение классов $\mathfrak{X}$ и $\mathfrak{Y}$ определяется следующим образом: $\mathfrak{X}\mathfrak{Y} = (G \in \mathfrak{E} \mid G \text{ имеет нормальную подгруппу } N \in \mathfrak{X} \text{ с } G/N \in \mathfrak{Y})$ (см., например, [3], с. 12).

Пусть $(Z_p \mid p \in \omega) = \Omega \cap \mathfrak{U}$. Ω -спутник h Ω -расслоенной формации называется согласованным с ω -спутником f ω -веерной формации, если $h(Z_p) = f(p)$ для любого $p \in \omega$ и $h(\Omega') = f(\omega')$. Спутник h расслоенной формации называется согласованным со спутником f веерной формации, если $h(Z_p) = f(p)$ для любого $p \in \mathbb{P}$ ([11], с. 42). Пусть φ и δ – направления соответственно Ω -расслоенной и ω -веерной формаций. Направления φ и δ называются коллинеарными, если $\varphi(Z_p) = \delta(p)$ для любого $p \in \mathbb{P}$ ([11], с. 42).

Приведём формулировки утверждений, используемых при доказательстве основных результатов статьи.

Лемма 1 (Лемма 6 [11]). Пусть $\mathfrak{F}$ – Ω -расслоенная формация с Ω -спутником f и b_A -направлением φ . Тогда выполняются следующие утверждения:

- 1) $O_A(G/G_{\varphi(A)}) = 1$ для любой группы G ;
- 2) $\mathfrak{F}$ обладает Ω -спутником g таким, что $g(A) = f(A)$ для всех $A \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus (A))$ и $g(A) = \mathbb{E}_A f(A)$.

Лемма 2 (Теорема 5 [9]). Пусть $\mathfrak{X}$ – непустой класс групп. Тогда Ω -расслоенная формация $\mathfrak{F} = \Omega F(\mathfrak{X}, \varphi)$ с направлением φ , где $\varphi_0 \leq \varphi$, обладает единственным минимальным Ω -спутником f таким, что

$$\begin{aligned} f(\Omega') &= \text{form}(G/O_\Omega(G) \mid G \in \mathfrak{X}), \\ f(A) &= \text{form}(G/G_{\varphi(A)} \mid G \in \mathfrak{X}) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(\mathfrak{X}), \\ f(A) &= \emptyset, \text{ если } A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{X}). \end{aligned}$$

Лемма 3 (Теорема 5 [10]). Пусть $\mathfrak{X}$ – непустой класс групп. Тогда ω -веерная формация $\mathfrak{F} = \omega F(\mathfrak{X}, \delta)$ с направлением δ , где $\delta_0 \leq \delta$, обладает единственным минимальным ω -спутником f таким, что

$$\begin{aligned} f(\omega') &= \text{form}(G/O_\omega(G) \mid G \in \mathfrak{X}), \\ f(p) &= \text{form}(G/G_{\delta(p)} \mid G \in \mathfrak{X}) \text{ для всех } p \in \omega \cap \pi(\mathfrak{X}), \\ f(p) &= \emptyset, \text{ если } p \in \omega \setminus \pi(\mathfrak{X}). \end{aligned}$$

Лемма 4 (Лемма 4 [12]). Пусть $\mathfrak{F}$ – ω -веерная формация с внутренним ω -спутником f и αp -направлением δ . Тогда $\mathfrak{N}_p f(p) \subseteq \mathfrak{F}$ для всех $p \in \omega$.

Лемма 5 (Следствие 4.4 из теоремы 4 о соответствии [12]). Пусть $\mathfrak{F} = \omega SF(f)$ – ω -специальная формация, $\Omega \cap \mathfrak{U} = (Z_p \mid p \in \omega)$, $\mathfrak{H} = \Omega BF(h)$ – Ω -биканоническая формация с Ω -спутником h согласованным с f таким, что $h(A) = \mathfrak{F}$ для любого $A \in \Omega \setminus \mathfrak{U}$. Тогда $\mathfrak{F} = \mathfrak{H}$.

Лемма 6 (Следствие 8 [9]). Пусть f_i – минимальный Ω -спутник Ω -расслоенной формации $\mathfrak{F}_i$ с направлением φ , где $\varphi_0 \leq \varphi$, $i = 1, 2$. Тогда и только тогда $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}_2$, когда $f_1 \leq f_2$.

Теорема 1. Пусть $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ – Ω -биканонические формации, f_1 и f_2 – минимальные Ω -спутники формаций $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ соответственно. Если найдется такая группа $Z_p \in \Omega$, что $f_1(A) = f_2(A)$ для любой $A \in (\Omega \setminus (Z_p)) \cup \{\Omega'\}$ и $f_1(Z_p) \subset f_2(Z_p)$, причем для любой группы $G \in f_2(Z_p) \setminus f_1(Z_p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо $f_2(Z_p) = \text{form}((G) \cup f_1(Z_p))$, то $\mathfrak{F}_1$ является максимальной Ω -биканонической подформацией формации $\mathfrak{F}_2$.

Доказательство. Пусть $Z_p \in \Omega$, $f_1(A) = f_2(A)$ для любой $A \in (\Omega \setminus (Z_p)) \cup \{\Omega'\}$, $f_1(Z_p) \subset f_2(Z_p)$ и для любой группы $G \in f_2(Z_p) \setminus f_1(Z_p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо $f_2(Z_p) = \text{form}((G) \cup f_1(Z_p))$.

Покажем, что $\mathfrak{F}_1$ – максимальная Ω -биканоническая подформация формации $\mathfrak{F}_2$.

а) Проверим, что $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{F}_2$. Из условия следует, что $f_1 < f_2$. Это означает, ввиду определения Ω -расслоенной формации, что $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{F}_2$.

б) Пусть $\mathfrak{F}$ – Ω -биканоническая подформация формации $\mathfrak{F}_2$ такая, что $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_2$, и f – минимальный Ω -спутник формации $\mathfrak{F}$. Покажем, что $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$. Для этого достаточно про-

верить, что $\mathfrak{F}_2 \subseteq \mathfrak{F}$. Установим, что $f_2 \leq f$. Поскольку $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_2$, то по лемме 6 $f_1 < f \leq f_2$ и согласно условию

$$f_1(A) = f(A) = f_2(A) \text{ для любого } A \in (\Omega \setminus (Z_p)) \cup \{\Omega'\} \quad (1).$$

Покажем, что $f_2(Z_p) \subseteq f(Z_p)$. Допустим, что $f(Z_p) = \emptyset$. Тогда $f_1(Z_p) = \emptyset$ и поэтому $f(Z_p) = f_1(Z_p)$. Следовательно, $f = f_1$ и $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$. Получили противоречие с тем, что $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_2$. Таким образом, $f(Z_p) \neq \emptyset$ и, значит, $1 \in f(Z_p)$. Так как $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{F}$, то существует группа $G \in \mathfrak{F} \setminus \mathfrak{F}_1$.

Покажем, что $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f(Z_p) \setminus f_1(Z_p)$. Проверим, что $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f(Z_p)$. Действительно, если $Z_p \in K(G)$, то в силу условия $Z_p \in K(G) \cap \Omega$ и поэтому $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f(Z_p)$. Пусть $Z_p \notin K(G)$. Тогда ввиду определения произведения классов групп получаем $G \in \mathfrak{E}_{Z_p}' \subseteq \mathfrak{E}_{Z_p}' \varphi_2(Z_p)$. Так как φ_2 является l -направлением, то $\mathfrak{E}_{Z_p}' \varphi_2(Z_p) = \varphi_2(Z_p)$ и, значит, $G \in \varphi_2(Z_p)$. Тогда $G/G_{\varphi_2(Z_p)} = 1$ и $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f(Z_p)$.

Проверим, что $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \notin f_1(Z_p)$. Допустим, что $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f_1(Z_p)$. Исходя из того, что $G \in \mathfrak{F}$, ввиду определения Ω -расслоенной формации получаем

$$G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') = f_1(\Omega'),$$

т.е. $G/O_\Omega(G) \in f_1(\Omega')$. Аналогично, так как $G \in \mathfrak{F}$, то по определению Ω -расслоенной формации для любой группы $B \in K(G) \cap \Omega$ справедливо $G/G_{\varphi_2(B)} \in f(B)$. Если $B \cong Z_p$, то из $G/G_{\varphi_2(B)} \in f(B)$ по (1) следует, что $G/G_{\varphi_2(B)} \in f_1(B)$. Если $B \cong Z_p$, то из $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f_1(Z_p)$ следует, что $G/G_{\varphi_2(B)} \in f_1(B)$. Это означает, что $G/G_{\varphi_2(B)} \in f_1(B)$ для любой группы $B \in K(G) \cap \Omega$. Таким образом, по определению Ω -расслоенной формации получаем, что $G \in \mathfrak{F}_1$, что противоречит тому, что $G \in \mathfrak{F} \setminus \mathfrak{F}_1$. Следовательно, $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \notin f_1(Z_p)$ и поэтому

$$G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f(Z_p) \setminus f_1(Z_p).$$

Так как $f \leq f_2$, то $f(Z_p) \subseteq f_2(Z_p)$ и $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f_1(Z_p) \setminus f_2(Z_p)$. Поскольку φ_2 – b -направление, то по лемме 1 $O_p(G/G_{\varphi_2(Z_p)}) = 1$. Это означает, что

$$f_2(Z_p) = \text{form}((G/G_{\varphi_2(Z_p)}) \cup f_1(Z_p)).$$

Так как $G/G_{\varphi_2(Z_p)} \in f(Z_p)$ и $f_1(Z_p) \subseteq f(Z_p)$, то

$$((G/G_{\varphi_2(Z_p)}) \cup f_1(Z_p)) \subseteq f(Z_p)$$

и поэтому $f_2(Z_p) \subseteq f(Z_p)$. Тогда $f_2 \leq f$ и, значит, $\mathfrak{F}_2 \subseteq \mathfrak{F}$. Следовательно, $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_2$.

Таким образом, из пунктов а) и б) следует, что $\mathfrak{F}_1$ – максимальная Ω -биканоническая подформация формации $\mathfrak{F}_2$. Теорема доказана.

Следствие 1. Пусть $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ – биканонические формации, f_1 и f_2 – минимальные спутники формаций $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ соответственно. Если найдется такая простая абелева группа Z_p , что $f_1(A) = f_2(A)$ для любой $A \in \mathfrak{F} \setminus (Z_p)$ и $f_1(Z_p) \subset f_2(Z_p)$, причем для любой группы $G \in f_2(Z_p) \setminus f_1(Z_p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо $f_2(Z_p) = \text{form}((G) \cup f_1(Z_p))$, то $\mathfrak{F}_1$ является максимальной биканонической подформацией формации $\mathfrak{F}_2$.

Теорема 2. Пусть $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ – ω -специальные формации, f_1 и f_2 – минимальные ω -спутники формаций $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ соответственно. Если найдется такое простое число $p \in \omega$, что $f_1(q) = f_2(q)$ для любого $q \in (\omega \setminus \{p\}) \cup \{\omega'\}$ и $f_1(p) \subset f_2(p)$, причем для любой группы $G \in f_2(p) \setminus f_1(p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо $f_2(p) = \text{form}((G) \cup f_1(p))$, то $\mathfrak{F}_1$ является максимальной ω -специальной подформацией формации $\mathfrak{F}_2$.

Доказательство. Пусть $p \in \omega$ (2), $f_1(q) = f_2(q)$ для любого $q \in (\omega \setminus \{p\}) \cup \{\omega'\}$ (3) и $f_1(p) \subset f_2(p)$ (4), причем для любой группы $G \in f_2(p) \setminus f_1(p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо

$$f_2(p) = \text{form}((G) \cup f_1(p)) \quad (5).$$

Покажем, что $\mathfrak{F}_1$ – максимальная ω -специальная подформация формации $\mathfrak{F}_2$.

Пусть $\Omega = (Z_q \mid q \in \omega)$, $\mathfrak{H}_1 = \Omega B(h_1)$ – Ω -биканоническая формация с Ω спутником h_1 , согласованным с f_1 , $\mathfrak{H}_2 = \Omega B(h_2)$ – Ω -биканоническая формация с Ω спутником h_2 , согласованным с f_2 . По определению согласованных спутников имеем

$$h_1(\Omega') = f_1(\omega') \quad (6),$$

$$h_2(\Omega') = f_2(\omega') \quad (7),$$

$$h_1(Z_q) = f_1(q) \text{ для любого } q \in \omega \quad (8),$$

$$h_2(Z_q) = f_2(q) \text{ для любого } q \in \omega \quad (9).$$

Поскольку $\Omega \cap \mathfrak{U} = \Omega$, то по лемме 5 $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{H}_1$ и $\mathfrak{F}_2 = \mathfrak{H}_2$. Так как $p \in \omega$, то $Z_p \in \Omega$. Из (8) и (9) по (3) следует, что $h_1(Z_q) = h_2(Z_q)$ для любого $Z_q \in \Omega \setminus (Z_p)$ (10). Из (8) и (9) по (4) следует, что $h_1(Z_p) \subset h_2(Z_p)$ (11). Аналогично, из (6) и (7) по (3) получаем, что

$$h_1(\Omega') = h_2(\Omega') \quad (12).$$

Пусть $G \in h_2(Z_p) \setminus h_1(Z_p)$ и $O_p(G) = 1$. Тогда из (8) и (9) следует, что $G \in f_2(p) \setminus f_1(p)$ и ввиду (5), (8) и (9) получаем

$$h_2(Z_p) = f_2(p) = \text{form}((G) \cup f_1(p)) = \text{form}((G) \cup h_1(Z_p)).$$

Пусть h'_1 и h'_2 – минимальные Ω -спутники формаций $\mathfrak{H}_1$ и $\mathfrak{H}_2$ соответственно. По лемме 2

$$h'_1(A) = \text{form}(G/G_{\varphi_2(A)} \mid G \in \mathfrak{H}_1) \text{ для всех } A \in K(\mathfrak{H}_1) \cap \Omega,$$

$$h'_1(\Omega') = \text{form}(G/O_\Omega(G) \mid G \in \mathfrak{H}_1),$$

$$h'_1(A) = \emptyset, \text{ если } A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{H}_1).$$

Из (8) лемме 3 получаем

$$h_1(Z_q) = f_1(q) = \text{form}(G/G_{\delta(q)} \mid G \in \mathfrak{F}_1) \text{ для всех } q \in \omega \cap \pi(\mathfrak{F}_1).$$

Из (6) по лемме 3 получаем

$$h_1(\Omega') = f_1(\omega') = \text{form}(G/O_\omega(G) \mid G \in \mathfrak{F}_1) \quad (13).$$

Из (8) по лемме 2 получаем

$$h_1(Z_q) = f_1(q) = \emptyset, \text{ если } q \in \omega \setminus \pi(\mathfrak{F}_1).$$

Покажем, что $O_\Omega(G) \subseteq O_\omega(G)$. Действительно, так как $O_\Omega(G) \in \mathfrak{E}_\Omega$, то $K(O_\Omega(G)) \subseteq \Omega$. Так как $\Omega = (Z_q \mid q \in \omega)$, то $\pi(O_\Omega(G)) \subseteq \omega$. Тогда $O_\Omega(G) \in \mathfrak{E}_\omega$ и поэтому $O_\Omega(G) \subseteq O_\omega(G)$ (14). Пусть

$$\mathfrak{X}_1 = \text{form}(G/O_\omega(G) \mid G \in \mathfrak{H}_1),$$

$$\mathfrak{X}_2 = \text{form}(G/O_\Omega(G) \mid G \in \mathfrak{H}_1).$$

Покажем, что $\mathfrak{X}_1 \subseteq \mathfrak{X}_2$. Пусть $L \in \mathfrak{X}_1$. Тогда $L \cong G/O_\omega(G)$, где $G \in \mathfrak{H}_1$. Так как по (14)

$$G/O_\omega(G) \cong ((G/O_\Omega(G)) / ((O_\omega(G)/O_\Omega(G)))$$

и $G/O_\Omega(G) \in \mathfrak{X}_2$, то $L \cong G/O_\omega(G) \in \mathfrak{X}_2$. Поэтому $\mathfrak{X}_1 \subseteq \mathfrak{X}_2$. В силу равенства $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{H}_1$ имеем

$$h'_1(\Omega') = \mathfrak{X}_2 \supseteq \mathfrak{X}_1 = f_1(\omega') = h_1(\Omega').$$

Аналогично $h'_2(\Omega') \supseteq h_2(\Omega')$. С другой стороны, так как h'_i – минимальный Ω -спутник $\mathfrak{H}_i$, $i = 1, 2$, то $h'_i \leq h_i$, $i = 1, 2$, и, значит, $h'_1(\Omega') \subseteq h_1(\Omega')$ и $h'_2(\Omega') \subseteq h_2(\Omega')$. Таким образом, $h'_1(\Omega') = h_1(\Omega')$ и $h'_2(\Omega') = h_2(\Omega')$. Так как $h_1(\Omega') = h_2(\Omega')$, $h_1(\Omega') = h'_1(\Omega')$ и $h_2(\Omega') = h'_2(\Omega')$, то $h'_1(\Omega') = h'_2(\Omega')$.

Покажем, что $h_1(Z_q) = h'_1(Z_q)$ для любого $Z_q \in \Omega$.

1) Пусть $Z_q \in \Omega \cap K(\mathfrak{H}_1)$. Тогда $q \in \omega \cap \pi(\mathfrak{H}_1) = \omega \cap \pi(\mathfrak{F}_1)$. Следовательно,

$$h_1(Z_q) = f_1(q) = \text{form}(G/G_{\delta(q)} \mid G \in \mathfrak{F}_1 = \mathfrak{S}_1).$$

По лемме 2 имеем

$$h'_1(Z_q) = \text{form}(G/G_{\varphi_2(Z_q)} \mid G \in \mathfrak{S}_1).$$

Пусть

$$\mathfrak{Y}_1 = \text{form}(G/G_{\delta(q)} \mid G \in \mathfrak{S}_1),$$

$$\mathfrak{Y}_2 = \text{form}(G/G_{\varphi_2(Z_q)} \mid G \in \mathfrak{S}_1).$$

Покажем, что $\mathfrak{Y}_1 = \mathfrak{Y}_2$. Пусть $G \in \mathfrak{S}_1$. Так как φ_2 и δ_2 коллинеарны, то ввиду определения коллинеарных направлений $\delta_2(q) = \varphi_2(Z_q)$. Тогда $G/G_{\delta_2(q)} = G/G_{\varphi_2(Z_q)}$ и, значит,

$$\mathfrak{Y}_1 = \text{form}(G/G_{\delta_2(q)} \mid G \in \mathfrak{S}_1) = \text{form}(G/G_{\varphi_2(Z_q)} \mid G \in \mathfrak{S}_1) = \mathfrak{Y}_2.$$

Таким образом, $h_1(Z_q) = h'_1(Z_q)$ для любого $Z_q \in \Omega \cap K(\mathfrak{S}_1)$.

2) Пусть $Z_q \in \Omega \setminus K(\mathfrak{S}_1)$. Тогда по лемме 2 $h'_1(Z_q) = \emptyset$. Покажем, что $h_1(Z_q) = \emptyset$. Так как $Z_q \in \Omega$, то $q \in \omega$. Покажем, что $q \notin \pi(\mathfrak{S}_1)$. Допустим, что $q \in \pi(\mathfrak{S}_1) = \pi(\mathfrak{F}_1)$. Тогда $q \in \omega \cap \pi(\mathfrak{F}_1)$ и по лемме 3 получим, что $f_1(q) \neq \emptyset$. Следовательно, по лемме 4

$$\mathfrak{N}_q \subseteq \mathfrak{N}_q f_1(q) \subseteq \mathfrak{F}_1 = \mathfrak{S}_1,$$

т.е. $\mathfrak{N}_q \subseteq \mathfrak{S}_1$ и, значит, $Z_q \in \mathfrak{S}_1$. Тогда $Z_q \in K(\mathfrak{S}_1)$, что противоречит тому, что $Z_q \in \Omega \setminus K(\mathfrak{S}_1)$. Таким образом, $q \in \omega \setminus \pi(\mathfrak{F}_1)$. Тогда $f_1(q) = \emptyset$. Так как $h_1(Z_q) = f_1(q)$, то $h_1(Z_q) = \emptyset$. Следовательно, $h_1(Z_q) = h'_1(Z_q)$ для любого $Z_q \in \Omega \setminus K(\mathfrak{S}_1)$.

Из пунктов 1) и 2) следует, что

$$h_1(Z_q) = h'_1(Z_q) \text{ для любого } Z_q \in \Omega \text{ (15).}$$

Аналогично

$$h_2(Z_q) = h'_2(Z_q) \text{ для любого } Z_q \in \Omega \text{ (16).}$$

Для любого $Z_q \in \Omega \setminus (Z_p)$ получаем $h'_1(Z_q) = h_1(Z_q) = h_2(Z_q) = h'_2(Z_q)$ и

$$h'_1(Z_p) = h_1(Z_p) \subset h_2(Z_p) = h'_2(Z_p).$$

Пусть $G \in h'_2(Z_p) \setminus h'_1(Z_p)$ и $O_p(G) = 1$. Покажем, что $h'_2(Z_p) = \text{form}((G) \cup h'_1(Z_p))$. Так как $G \in h'_2(Z_p)$ и

$$h'_2(Z_p) = h_2(Z_p) = f_2(p),$$

то $G \in f_2(p)$. Так как $G \notin h'_1(Z_p)$ и $h'_1(Z_p) = h_1(Z_p) = f_1(p)$, то $G \notin f_1(p)$. Таким образом, $G \in f_2(p) \setminus f_1(p)$ и $O_p(G) = 1$. Тогда

$$f_2(p) = \text{form}((G) \cup f_1(p))$$

и, значит,

$$h'_2(Z_p) = f_2(p) = \text{form}((G) \cup f_1(p)) = \text{form}((G) \cup h'_1(Z_p)).$$

Следовательно, $h'_1(Z_q) = h'_2(Z_q)$ для любого $Z_q \in \Omega \setminus (Z_p)$, $h'_1(\Omega') = h'_2(\Omega')$ и $h'_1(Z_p) \subset h'_2(Z_p)$, причем для любой группы $G \in h'_2(Z_p) \setminus h'_1(Z_p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо

$$h'_2(Z_p) = \text{form}((G) \cup h'_1(Z_p)).$$

Тогда по теореме 1 $\mathfrak{F}_1$ – максимальная Ω -биканоническая подформация формации $\mathfrak{F}_2$. Пусть $\mathfrak{W}$ – ω -специальная формация такая, что $\mathfrak{F}_1 \subset \mathfrak{W} \subseteq \mathfrak{F}_2$. Тогда по лемме 5 $\mathfrak{W}$ – Ω -биканоническая формация и, значит, $\mathfrak{W} = \mathfrak{F}_2$.

Тем самым установлено, что $\mathfrak{F}_1$ – максимальная ω -специальная подформация формации $\mathfrak{F}_2$. Теорема доказана.

Следствие 2. Пусть $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ – специальные формации, f_1 и f_2 – минимальные спутники формаций $\mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F}_2$ соответственно. Если найдется такое простое число p ,

что $f_1(q) = f_2(q)$ для любого $q \in \mathbb{P} \setminus \{p\}$ и $f_1(p) \subset f_2(p)$, причем для любой группы $G \in f_2(p) \setminus f_1(p)$ такой, что $O_p(G) = 1$, справедливо $f_2(p) = \text{form}((G) \cup f_1(p))$, то $\mathfrak{F}_1$ является максимальной специальной подформацией формации $\mathfrak{F}_2$.

Список литературы

1. Doerk K., Hawkes T. Finite soluble groups. Walter de Gruyter, Berlin – New York, 1992. 891 p.
2. Gaschütz W. Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen. Math. Z., 1963. Vol. 80. № 4. S. 300–305.
3. Шеметков Л.А. Формации конечных групп. М.: Наука, 1978. 272 с.
4. Скиба А.Н. Алгебра формаций. Минск: Беларуская навука, 1997. 240 с.
5. Скиба А.Н., Шеметков Л.А. Кратно ω -локальные формации и классы Фиттинга конечных групп // Математические труды. 1999. Т. 2. № 2. С. 114–147.
6. Скиба А.Н., Шеметков Л.А. Частично композиционные формации конечных групп // Доклады НАН Беларуси. 1999. Т. 43. № 4. С. 5–8.
7. Скиба А.Н., Шеметков Л.А. Кратно $\mathcal{L}$ -композиционные формации конечных групп // Украинский математический журнал. 2000. Т. 52. № 6. С. 783–797.
8. Шеметков Л.А. Локальные задания формаций конечных групп // Фундаментальная и прикладная математика. 2010. Т. 16. № 8. С. 229–244.
9. Ведерников В.А., Сорокина М.М. Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп // Дискретная математика. 2001. Т. 13. Вып. 3. С. 125–144.
10. Ведерников В.А., Сорокина М.М. ω -веерные формации и классы Фиттинга конечных групп // Математические заметки. 2002. Т. 71. № 1. С. 43–60.
11. Ведерников В.А. О новых типах ω -веерных формаций конечных групп // Украинский математический конгресс 2001. Секция 1. Праці. Київ. 2002. С. 36–45.
12. Vedernikov V.A. Maximal satellites of Ω -foliated formations and Fitting classes // Proc. Steklov Inst. Math. 2001. № 2. P. 217–233.

Об авторах

Сорокина М.М. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры и геометрии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, mmsorokina@yandex.ru.

Корочкина Г.О. – магистрант направления «Математика» Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, g.korochkina@yandex.ru.

ON MAXIMAL SUBFORMATIONS OF Ω -BICANONICAL AND ω -SPECIAL FORMATIONS OF FINITE GROUPS

G.O. Korochkina, M.M. Sorokina

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

The properties of Ω -bicanonical and ω -special formations of finite groups that depend on the properties of their satellites are studied. A relationship between two Ω -bicanonical (ω -special) formations is established, in particular, sufficient conditions are established for which the Ω -bicanonical (ω -special) formation $\mathfrak{F}_1$ is a maximal Ω -bicanonical (ω -special) subformation of the Ω -bicanonical (ω -special) formation $\mathfrak{F}_2$.

Keywords: a finite group, a class of groups, a formation of groups, a Ω -bicanonical formation, a ω -special formation.

References

1. Doerk K., Hawkes T. Finite soluble groups. Walter de Gruyter, Berlin New York, 1992. 891 p.
2. Gaschütz W. Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen. Math. Z., 1963. Vol. 80. № 4. S. 300–305.
3. Shemetkov L.A. Formations of finite groups. M.: Science, 1978. 272 p.
4. Skiba A.N. Algebra of Formations. Minsk: Belaruskaya Navuka, 1997. 240 p.
5. Skiba A.N., Shemetkov L.A. Multiply ω -local formations and Fitting classes of finite groups // Mathematical works. 1999. T. 2. No. 2. C. 114–147.
6. Skiba A.N., Shemetkov L.A. Partially Compositional Formations of Finite Groups // Reports of the National Academy of Sciences of Belarus. 1999. T. 43. No. 4. C. 5–8.
7. Skiba A.N., Shemetkov L.A. Multiply $\mathcal{L}$ -compositional formations of finite groups // Ukrainian Mathematical Journal. 2000. T. 52. No. 6. C. 783–797.
8. Shemetkov L.A. Local problems of formations of finite groups // Fundamental and Applied Mathematics. 2010. T. 16. No. 8. C. 229–244.
9. Vedernikov V.A., Sorokina M.M. Ω -fibered formations and Fitting classes of finite groups // Discrete mathematics. 2001. T. 13. Issue. 3. C. 125–144.
10. Vedernikov V.A., Sorokina M.M. Ω -fan formations and Fitting classes of finite groups // Mathematical notes. 2002. T. 71. № 1. C. 43–60.
11. Vedernikov V.A. On new types of ω -fan formations of finite groups // Ukrainian Mathematical Congress 2001. Section 1. Pratsi. Kiiiv. 2002. C. 36–45
12. Vedernikov V.A. Maximal satellites of Ω -foliated formations and Fitting classes // Proc. Steklov Inst. Math. 2001. No. 2. P. 217–233.

About authors

Sorokina M.M. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate professor, Department of Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, mmsorokina@yandex.ru.

Korochkina G.O. – graduate student, Department of Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, g.korochkina@yandex.ru.

УДК 004.4

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ETL

Ю.В. Кузьмина, О.В. Кубанских

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В статье рассмотрены два подхода к описанию этапов процесса ETL: извлечение, преобразование и загрузка данных; или извлечение, очистка, соответствие структуры и доставка данных.

Ключевые слова: ETL, извлечение, преобразование, загрузка, очистка, соответствие структуры.

Хранилища данных в настоящее время набирают все большую популярность в связи с необходимостью компаний анализировать все большие объемы информации. Сложность заключается в том, что исходные данные содержатся в источниках с различной структурой и форматами данных. Процесс ETL служит для первоначального заполнения и последующего добавления данных в хранилище (рис.1).



Рис.1. Структура хранилища данных.

ETL (Extract, Transform, Load) – это процесс, использующийся в хранилищах данных. Включает в себя извлечение данных (Extract), когда данные извлекаются из однородных или разнородных источников; преобразование данных (Transform), когда данные преобразуются в надлежащий формат или структуру, необходимую для выполнения целей запросов или анализа; загрузку данных (Loading), когда данные загружаются в целевую базу данных, более специфичную, чем оперативная база данных, в витрину данных или хранилище данных [1] (рис.2).



Рис. 2. Традиционная модель ETL системы.

Так как извлечение данных занимает много времени, обычно выполняются три фазы параллельно. Пока одни данные извлекаются, происходит процесс преобразования других, уже извлеченных данных, в то же время происходит загрузка готовых, трансформированных, данных.

Рассмотрим эти три этапа традиционной модели ETL системы.

1. Извлечение (Extracting). Первая часть процесса ETL предусматривает извлечение данных из источников. Во многих случаях это представляет собой наиболее важный аспект ETL, поскольку правильное извлечение данных создает почву для успеха последующих процессов. Большинство хранилищ данных объединяют данные из различных систем – источников. Каждая отдельная система может также использовать другую организацию и / или формат данных. Общие форматы данных источников включают реляционные базы данных, XML и плоские файлы, но могут также включать в себя нереляционные структуры данных, такие как информационные системы управления (ИСУ) или другие структуры данных.

Этап извлечения включает в себя проверку данных на правильные / ожидаемые значения в данной области (например, сверка с шаблоном или диапазоном значений). Если данные не проходят проверку, извлечение отклоняется полностью или частично. Такие данные желательно передать исходной системе для анализа, чтобы выявить и исправить неверные записи. В некоторых случаях сам процесс извлечения может иметь правила проверки данных для того, чтобы принять данные и направить их к следующему этапу.

2. Преобразование (Transforming). На этапе преобразования данных к извлеченным данным применяется ряд правил или функций, чтобы подготовить их к загрузке в конечную цель.

Некоторые данные не требуют какого-либо преобразования вообще. Но во многих случаях может потребоваться один или несколько типов преобразований для удовлетворения потребностей хранилища данных:

- Выбор только определенных столбцов для загрузки;
- Перевод закодированных значений (например, если исходная система кодирует мужской пол "1", женский "2", а хранилище данных: мужской "М", женский "Ж");
- Кодирование значений свободной формы (например, преобразование "Муж" в "М");
- Получение нового расчетного значения (например, стоимость = кол-во * цена);
- Сортировка или упорядочение данных на основе списка столбцов для повышения производительности поиска;
- Объединение данных из нескольких источников (например, поиск, слияние) и дедупликации данных;
- Агрегирование (например, *gollup* – подведение итогов нескольких строк данных – общий объем продаж для каждого магазина, и для каждого региона, и т.д.);
- Создание суррогатных ключевых значений;
- Транспонирование или поворот (превращение столбцов в строки или наоборот);
- Расщепление столбца на несколько столбцов (например, преобразование списка слов, разделенных запятыми, в виде строки в одном столбце, в отдельные значения в разных колонках)
- Отделение повторяющихся столбцов;
- Просмотр и проверка соответствующих данных из таблиц или ссылочных файлов;
- Проверка данных. Если какие-то данные не прошли проверку, происходит полный отказ от данных, частичный отказ, или отказ не происходит вообще. Таким образом, ни один, некоторые или все данные передаются к следующему шагу в зависимости от конструкции и правил обработки исключений.

3. Загрузка (Loading). В зависимости от требований организации, процесс загрузки данных варьируется в широких пределах. Некоторые хранилища данных могут перезаписывать существующую информацию с кумулятивной информацией; обновление извлеченных данных часто делается на ежедневной, еженедельной или ежемесячной основе. Другие хранилища данных (или даже другие части того же хранилища данных) могут добавить новые данные в исторической форме через регулярные промежутки времени, например, каждый час.

По мере того как фаза загрузки взаимодействует с базой данных, проверяются ограничения, определенные в схеме базы данных, а также активируются триггеры при загрузке данных (например, уникальность, ссылочная целостность, обязательные для заполнения поля), которые также вносят вклад в общую производительность качества данных процесса ETL.

Например, финансовое учреждение может иметь информацию о клиенте в нескольких отделах и каждый отдел может содержать информацию о клиенте в списке разном. Отдел членства может определять клиента по имени, в то время как бухгалтерский отдел – по номеру. ETL может объединять все эти элементы данных в единое представление, например, для хранения в хранилище данных.

Существует и другое применение процесса ETL: компании используют его, чтобы переместить информацию из одного приложения другому на постоянной основе. Например, новое приложение может использовать другого поставщика базы данных и, скорее всего, совсем другую схему базы данных. ETL может быть использован для преобразования данных в формат, подходящий для нового приложения.

Р. Кимбалл в [2] выделяет другие этапы ETL (рис.2).

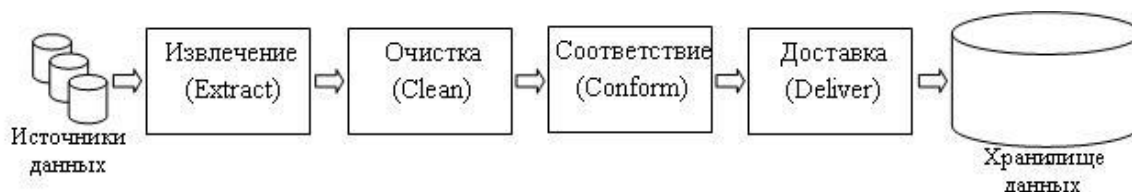


Рис. 3. Модель ETL системы, предложенная Р. Кимбаллом.

1. Извлечение (Extracting). Необработанные данные, извлеченные из исходных систем, часто пишутся с некоторой реструктуризацией перед тем, как происходит значительное преобразование содержания. Данные от структурированных исходных систем (таких как базы данных или XML-файлы) часто пишутся в плоские файлы или реляционные таблицы на этом шаге. Это позволяет исходному извлечению быть простым и быстрым и позволяет легко перезапускать извлечение, если произошел сбой.

Собранные данные могут тогда быть считаны многократно, если это необходимо. В некоторых случаях первоначально собранные данные удаляются после процесса очистки, в других случаях данные сохраняются на резервное копирование. Также первоначально собранные данные могут также быть сохранены по крайней мере для одного цикла извлечения, чтобы различия между последовательными извлечениями могли быть вычислены.

2. Очистка (Cleaning). В большинстве случаев уровень качества данных, приемлемого для исходных систем, отличается от качества, требуемого хранилищу данных. Качественная обработка данных может содержать много шагов. Вот некоторые из них:

- проверка на допустимые значения (например, почтовый индекс существует и входит в диапазон допустимых значений?),
- гарантия непротиворечивости значений (например, почтовый индекс соответствует городу?),
- удаление копий (например, тот же клиент появляется дважды с немного отличающимися атрибутами?),
- проверка сложных бизнес-правил и процедур (например, у платинового потребителя есть связанный расширенный кредитный статус?).

3. Соответствие (Conforming). Соответствие структуры данных требуется каждый раз, когда два или более источников данных объединены в хранилище данных. Отдельные источники данных не могут быть запрошены вместе, если хотя бы некоторые текстовые метки в этих источниках не идентичны и если подобные числовые показатели не рационализированы математически так, чтобы различия и отношения между этими показателями были целесообразны. Соответствие структуры данных – это больше, чем простая очистка данных. Оно требует общекорпоративного соглашения использовать стандартизированные домены и показатели.

4. Доставка (Delivering). Теперь нужно сделать данные готовыми к запросам. Заключительный шаг физически структурирует данные в простые, симметричные схемы, такие, как модель «звезда». Эти схемы значительно уменьшают время выполнения запроса и упрощают разработку приложений.

Таким образом, нами рассмотрены два подхода к определению этапов процесса ETL и дано краткое описание этих этапов.

Список литературы

1. Хоббс Л., Хилсон С., Лоуенд Ш. Oracle9iR2. Разработка и эксплуатация хранилищ данных. М.: Кудиц-образ., 2004.
2. Kimball R., Caserta J., The Data Warehouse ETL Toolkit. Wiley Publishing, inc., 2004.

Сведения об авторах

Кубанских О.В. – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры информатики и прикладной математики Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского»;

Кузьмина Ю.В. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского», yuliya.kuzmina7@yandex.ru.

SHORT DESCRIPTION OF ETL PROCESS

Yu.V. Kuzmina, O.V. Kubanskikh

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

In article two models of ETL systems are describes: extraction, transformation and loading of data; or extraction, cleaning, conforming and delivering of data.

Keywords: data warehouse, ETL, extract, transform, load, cleaning, conforming, delivering.

References

1. Hobbs L., Hilson S., Lawande S. Oracle 9iR2 Data Warehousing. M.:Kudits-obraz, 2004.
2. Kimball R., Caserta J. The Data Warehouse ETL Toolkit. Wiley Publishing, inc, 2004.

About authors

Kubanskikh O.V. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior teacher, Department of applied mathematics and computer science, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

Kuzmina Yu.V. – graduate student, Department of Applied Mathematics and Computer Science, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, yuliya.kuzmina7@yandex.ru.

УДК 519.6

НОВЫЙ МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ПРЕДЕЛЬНОГО ОБНУЛЕНИЯ И МИНИМИЗАЦИИ НЕВЯЗКИ

С.В. Трубников

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

Описан новый метод численного решения операторного уравнения.

Ключевые слова: операторные уравнения; численные методы; краевые задачи; дифференциальные уравнения

В 2006 году в работе [2] был предложен новый подход к построению численных методов решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, основанный на аппроксимации приближенного решения эрмитовыми локальными сплайнами, а также на принципе обнуления невязки. С помощью этого подхода были построены новые численные методы для решения задач Коши [3, 4, 8], а также краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений [5, 6, 7] и уравнений в частных производных [9].

В данной работе обобщаются принципы предельного обнуления и минимизации невязки применительно к решению операторных уравнений, предлагается единая методика решения широкого круга прикладных задач, не зависящая от сложности геометрии задачи, её линейности или нелинейности.

Рассматривается операторное уравнение общего вида:

$$A(u) = f. \quad (1)$$

Здесь $f(p)$ - известная функция, определённая в области P . $A(u)$ - известный оператор. $u(p)$ - искомая функция, определённая в области P . В виде уравнения (1) можно записать краевую задачу для дифференциальных уравнений (обыкновенных или в частных производных), интегральное или интегро-дифференциальное уравнение и многие другие прикладные математические задачи. Поэтому описываемый в работе метод теоретически имеет очень широкую сферу применения.

Обозначим U и F - линейные нормированные пространства функций с нормами $\|\cdot\|_U$ и $\|\cdot\|_F$, которым принадлежат функции $u(p)$ и $f(p)$. Будем считать, что оператор A отображает U на F , то есть F - множество значений этого оператора. Оператор A может быть линейным или нелинейным. Но он должен быть обратимым на F , то есть если $v_1 \in U$, $v_2 \in U$ и $v_1 \neq v_2$, то $A(v_1) \neq A(v_2)$. В этом случае для любой функции $f \in F$ найдётся единственная функция $u_f \in U$ такая, что $A(u_f) = f$. Иными словами, на F будет определён обратный оператор A^{-1} и точное решение уравнения (1) $u_f = A^{-1}(f)$.

Пусть $v(p) \in U$. Обозначим $\varphi_v(p) = A(v(p))$ - соответствующее значение оператора A .

Определение 1.

Невязкой операторного уравнения (1) на приближенном решении $v(p)$ будем называть оператор

$$\begin{aligned} R(v(p)) &= A(v(p)) - f(p) = A(v(p)) - A(u_f(p)) = \varphi_v(p) - f(p) = \\ &= A(A^{-1}(\varphi_v(p))) - f(p) = A(A^{-1}(\varphi_v(p))) - A(A^{-1}(f(p))), \end{aligned} \quad (2)$$

а его норму

$$\begin{aligned}\|R(v)\|_F &= \|A(v) - f\|_F = \|A(v) - A(u_f)\|_F = \|\varphi_v - f\|_F = \\ &= \|A(A^{-1}(\varphi_v)) - f\|_F = \|A(A^{-1}(\varphi_v)) - A(A^{-1}(f))\|_F.\end{aligned}\quad (3)$$

мы будем называть величиной невязки операторного уравнения (1) на приближенном решении $v(p)$.

Невязка обладает некоторыми очевидными свойствами.

1. Величина невязки $\|R(u_f)\|_F \geq 0$, поскольку норма $\|\cdot\|_F$ не может быть отрицательна.
2. Если приближенное решение совпадает с точным решением ($v(p) = u_f(p)$), то невязка $R(u_f(p))$ (как функция p) равна нулю в области P и её величина $\|R(u_f)\|_F$ также равна нулю.
3. Отсюда следует, что точное решение операторного уравнения (1) ($u_f = A^{-1}(f)$) доставляет минимум, равный нулю, величине невязки $\|R(v)\|_F$ (как функционалу на U):

$$\min_{v \in U} \|R(v)\|_F = \|R(u_f)\|_F = 0. \quad (4)$$

Введём функциональную последовательность с параметрами $\{v_n(p; \mathbf{c})\}$, где вектор $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_n) \in R^n$, а его компоненты $c_1, c_2, \dots, c_n$ представляют собой вещественные параметры, от которых зависит значение $v_n(p; \mathbf{c})$ при фиксированном значении p . Число параметров совпадает с n , поэтому с ростом n число параметров также растёт.

Определение 2.

Функциональную последовательность с параметрами $\{v_n(p; \mathbf{c})\}$ будем называть аппроксимирующей в U , если любую функцию $v(p) \in U$ можно аппроксимировать в пространстве U членом этой последовательности с любой заданной точностью. Это значит, что для любого $\varepsilon > 0$ должно найтись натуральное число n и вектор $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ такие, что

$$\|v(p) - v_n(p, \mathbf{c})\|_U < \varepsilon. \quad (5)$$

В частности, если функциональная последовательность с параметрами $\{v_n(p; \mathbf{c})\}$ является аппроксимирующей в пространстве U , то и точное решение уравнения (1) ($u_f = A^{-1}(f)$) можно аппроксимировать с любой заданной точностью членом этой последовательности. То есть для любого $\varepsilon > 0$ должно найтись натуральное число n и вектор $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ такие, что

$$\|u_f - v_n(p, \mathbf{c})\|_U < \varepsilon. \quad (6)$$

Определение 3.

Операторное уравнение (1) будем называть устойчивым на паре пространств (U, F) , если для любого $\varepsilon > 0$ найдется $\delta > 0$ такое, что для любых двух функций $f_1 \in F$ и $f_2 \in F$, удовлетворяющих неравенству $\|f_1 - f_2\|_F < \delta$, выполняется неравенство $\|u_{f_1} - u_{f_2}\|_U \equiv \|A^{-1}(f_1) - A^{-1}(f_2)\|_U < \varepsilon$.

Теорема 1.

Пусть операторное уравнение (1) является устойчивым на паре пространств (U, F) , и функциональная последовательность с параметрами $\{v_n(p; \mathbf{c})\}$ является аппроксимирующей

в U . Если найдётся числовая последовательность k_n и последовательность векторов $\mathbf{c}_{k_n} = (c_{1,k_n}, c_{2,k_n}, \dots, c_{k_n,k_n})$ такие, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))\|_F = 0, \quad (7)$$

то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|u_f - v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n})\|_U = 0. \quad (8)$$

Доказательство:

Зададим произвольное $\varepsilon > 0$ и подберём $\delta > 0$ в соответствии с определением 3. Согласно (7), для выбранного $\delta > 0$ найдётся натуральное число N такое, что для любого натурального $n > N$ будет выполнено неравенство $\|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))\|_F < \delta$. Из формулы (3) получим:

$$\|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))\|_F = \|\varphi_{v_{k_n}} - f\|_F < \delta.$$

Здесь $\varphi_{v_{k_n}} = A(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))$. Тогда, согласно определению 3, для любого натурального $n > N$ должно быть выполнено неравенство

$$\|v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}) - u_f\|_U < \varepsilon,$$

что и требовалось доказать.

Из теоремы 1 следует, что в качестве приближенного решения уравнения (1) следует выбирать член $v_n(p; \mathbf{c})$ такой последовательности с параметрами $\{v_n(p; \mathbf{c})\}$, чтобы выполнялось равенство (7), то есть *невязка уравнения (1) на приближенном решении $v_n(p; \mathbf{c})$ должна допускать предельное обнуление*.

На вопрос о том, какие же приближенные решения можно выбирать, отвечает следующая теорема.

Определение 4.

Оператор $A(u)$ будем называть непрерывным на u_f , если для любого $\varepsilon > 0$ и найдётся $\delta > 0$ такое, что для любой функции $v(p) \in U$, для которой выполняется неравенство $\|v - u_f\|_U < \delta$, выполняется неравенство $\|A(v) - A(u_f)\|_U \equiv \|A(v) - f\|_U \equiv \|R(v)\|_U < \varepsilon$

Теорема 2.

Пусть оператор $A(u)$ непрерывен на u_f , а функциональная последовательность с параметрами $\{v_n(p; \mathbf{c})\}$ является аппроксимирующей в U . Тогда найдётся числовая последовательность k_n и последовательность векторов $\mathbf{c}_{k_n} = (c_{1,k_n}, c_{2,k_n}, \dots, c_{k_n,k_n})$ такие, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))\|_F = 0.$$

Доказательство:

Зададим убывающую числовую последовательность $\{\varepsilon_n\}$ такую, что $\varepsilon_n > 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0$ (например, $\varepsilon_n = 1/2^n$). Согласно определению 4 для каждого ε_n найдётся соответствующее значение $\delta_n > 0$. Согласно определению 2 и формуле (6), для каждого $\delta_n > 0$ найдётся натуральное число k_n и вектор $\mathbf{c}_{k_n} = (c_{1,k_n}, c_{2,k_n}, \dots, c_{k_n,k_n})$ такие, что $\|u_f - v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n})\|_U < \delta_n$. Согласно определению 4, отсюда следует, что $\|R(v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n}))\|_U < \varepsilon_n$. Учитывая, что норма не может быть отрицательной, получим двойное неравенство, которое должно выполняться при любом натуральном n :

$$0 \leq \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))\|_F < \varepsilon_n.$$

Перейдём к пределу при $n \rightarrow \infty$ в этом неравенстве. Согласно теореме о промежуточной числовой последовательности получим доказываемое утверждение.

Таким образом, принцип предельного обнуления невязки будет выполнен для приближенного решения $v_n(p; \mathbf{c})$ при выполнении условий теоремы 2. А если выполняются условия теорем 1 и 2, то $\lim_{n \rightarrow \infty} \|u_f - v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n})\|_U = 0$ и точное решение операторного уравнения $u_f = A^{-1}(f)$ можно аппроксимировать приближенными решениями в виде функций $v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n})$ с любой заданной точностью.

Осталось выяснить, как конкретно подбирать вектор $\mathbf{c}$ при заданном значении n , чтобы приближенное решение $v_n(p; \mathbf{c})$ отвечало принципу предельного обнуления невязки.

Теорема 3.

Пусть выполняются условия теорем 1 и 2. При каждом фиксированном натуральном значении n в качестве вектора $\mathbf{c}$ будем выбирать вектор $\mathbf{c}^{\min}$ - точку минимума величины невязки $\|R(v_n(p, \mathbf{c}))\|_F$ как функции $\mathbf{c}$:

$$\min_{\mathbf{c} \in R^n} \|R(v_n(p, \mathbf{c}))\|_F = \|R(v_n(p, \mathbf{c}^{\min}))\|_F. \quad (9)$$

Тогда для последовательности k_n (из теоремы 1) будет выполнено $\lim_{n \rightarrow \infty} \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}^{\min}))\|_F = 0$.

Доказательство:

Вектор $\mathbf{c}^{\min}$ представляет собой точку минимума величины невязки $\|R(v_k(p, \mathbf{c}))\|_F$ при любом k . В частности, это верно и при $k = k_n$:

$$0 \leq \|R(v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n}^{\min}))\|_F \leq \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}))\|_F$$

Перейдём к пределу при $n \rightarrow \infty$ в этом неравенстве. Согласно теореме о промежуточной числовой последовательности $\lim_{n \rightarrow \infty} \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}^{\min}))\|_F = 0$, что и требовалось доказать.

Из теоремы 3 следует, что для обеспечения предельного обнуления невязки для приближенного решения $v_n(p; \mathbf{c})$ следует при каждом значении n в качестве вектора $\mathbf{c}$ выбирать вектор $\mathbf{c}^{\min}$ такой, что:

$$\min_{\mathbf{c} \in R^n} \|R(v_n(p, \mathbf{c}))\|_F = \|R(v_n(p, \mathbf{c}^{\min}))\|_F.$$

Таким образом, теорема (3) обосновывает принцип минимизации невязки при каждом значении n . Если выбранное приближенное решение $v_n(p; \mathbf{c})$ отвечает принципам предельного обнуления и минимизации невязки, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|R(v_{k_n}(p; \mathbf{c}_{k_n}^{\min}))\|_F = 0 \text{ и } \lim_{n \rightarrow \infty} \|u_f - v_{k_n}(p, \mathbf{c}_{k_n}^{\min})\|_U = 0.$$

В результате всех, описанных выше, рассуждений получается следующая общая вычислительная схема для численного решения операторного уравнения (1). Приближенное решение уравнения (1) выбирается в виде $v_n(p; \mathbf{c})$ - члена функциональной последовательности с параметрами, аппроксимирующей в U . При фиксированном значении n , а в качестве вектора $\mathbf{c}$ выбирается $\mathbf{c}^{\min}$ - точка минимума величины невязки $\|R(v_n(p, \mathbf{c}))\|_F$ как функции $\mathbf{c}$.

Решение задачи минимизации (9) обычно не удаётся получить аналитически и для этой цели требуется применение численных методов. Значения величины невязки $\|R(v_n(p; \mathbf{c}))\|_F$ обычно также не вычисляются аналитически и для её вычисления используются приближенные формулы. Кроме того, норму $\|\cdot\|_F$ нередко можно выбирать по-разному.

Наиболее простые и универсальные вычислительные схемы получаются, если дискретизировать область P , введя сетку точек $\{p_j | j = 0, 1, \dots, J\}$, которая образует в P всюду плотное множество при $J \rightarrow \infty$, ввести дискретный вектор невязки с компонентами $v_n(p_j; \mathbf{c})$ ($j = 0, 1, \dots, J$) и некоторую дискретную векторную норму $\|\cdot\|_{F_J}$, а затем, вместо минимизации нормы $\|R(v_n(p; \mathbf{c}))\|_F$, производить минимизацию дискретной векторной нормы $\|R(v_n(p_j; \mathbf{c}))\|_{F_J}$.

Выбор векторной нормы $\|R(v_n(p_j; \mathbf{c}))\|_{F_J}$ может существенно повлиять на эффективность численного метода минимизации и это надо иметь в виду.

В качестве примера применения описанного общего метода численного решения операторного уравнения (1) построим вычислительную схему для решения следующей нелинейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 2 порядка:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + g\left(t, u, \frac{du}{dt}\right) = 0, \quad t \in [a, b], \quad (10)$$

$$u(a) = u_a, \quad u(b) = u_b. \quad (11)$$

Здесь a, b ($a < b$), u_a, u_b - заданные постоянные, $g(t, u, v)$ - заданная непрерывная функция. $u(t)$ - искомая дважды непрерывно дифференцируемая функция, удовлетворяющая дифференциальному уравнению (10) и граничным условиям (11).

Краевую задачу (10), (11) запишем в виде операторного уравнения (1). Для этого положим $p = t$, $P = [a, b]$,

$$A(u) = \begin{cases} \frac{d^2 u}{dt^2} + g\left(t, u, \frac{du}{dt}\right), & t \in [a, b] \\ u(a), \\ u(b), \end{cases} \quad f(p) = f(t) = \begin{cases} 0, & t \in [a, b] \\ u_a, \\ u_b. \end{cases}$$

Для численного решения описанной задачи введем приближенное решение

$$v_n(p; \mathbf{c}) = v_n(t; \mathbf{c}) = v_n(t; c_1, c_2, \dots, c_n) = \sum_{k=1}^n c_k \cdot t^{k-1}, \quad t \in [a, b], \quad c_1 \in R. \quad (12)$$

Учитывая, что точное решение краевой задачи $u(t)$ дважды непрерывно дифференцируемо, последовательность $v_n(p; \mathbf{c})$, очевидно, является аппроксимирующей. Невязка уравнения (1) на этом приближенном решении примет вид:

$$R(v_n) = \begin{cases} \frac{d^2 v_n}{dt^2} + g\left(t, v_n, \frac{dv_n}{dt}\right), & t \in [a, b] \\ u(a) - u_a, \\ u(b) - u_b. \end{cases}$$

Приведём компоненты вектора $R(v_n)$ в развёрнутой форме

$$\frac{d^2 v_n}{dt^2} + g\left(t, v_n, \frac{dv_n}{dt}\right) = \sum_{k=3}^n c_k \cdot (k-1) \cdot (k-2) \cdot t^{k-3} + g\left(t, \sum_{k=1}^n c_k \cdot t^{k-1}, \sum_{k=2}^n c_k \cdot (k-1) \cdot t^{k-2}\right), t \in [a, b],$$

$$u(a) - u_a = \sum_{k=1}^n c_k \cdot a^{k-1} - u_a,$$

$$u(b) - u_b = \sum_{k=1}^n c_k \cdot b^{k-1} - u_b.$$

Дискретизируем $[a, b]$, введя на нём равномерную сетку точек $t_j = a + j \cdot h$, где $h = (b-a)/J$, $j = 0, 1, \dots, J$, J - заданное натуральное число. Введём вектор невязки после дискретизации с компонентами:

$$\left(\sum_{k=3}^n c_k \cdot (k-1) \cdot (k-2) \cdot t_j^{k-3} + g\left(t_j, \sum_{k=1}^n c_k \cdot t_j^{k-1}, \sum_{k=2}^n c_k \cdot (k-1) \cdot t_j^{k-2}\right) \right) j = 0, 1, \dots, J, c_k \in R, \quad (13)$$

$$\left(\sum_{k=1}^n c_k \cdot a^{k-1} - u_a \right), c_k \in R, \quad (14)$$

$$\left(\sum_{k=1}^n c_k \cdot b^{k-1} - u_b \right), c_k \in R. \quad (15)$$

Вектор невязки имеет $(J+2)$ компоненты. Введём на множестве таких векторов евклидову норму и получим функцию для минимизации в виде:

$$\begin{aligned} \|R(v_n(p_j; \mathbf{c}))\|_{F_J} = & \left(\sum_{j=0}^J \left(\sum_{k=3}^n c_k \cdot (k-1) \cdot (k-2) \cdot t_j^{k-3} + g\left(t_j, \sum_{k=1}^n c_k \cdot t_j^{k-1}, \sum_{k=2}^n c_k \cdot (k-1) \cdot t_j^{k-2}\right) \right)^2 + \right. \\ & \left. + \left(\sum_{k=1}^n c_k \cdot a^{k-1} - u_a \right)^2 + \left(\sum_{k=1}^n c_k \cdot b^{k-1} - u_b \right)^2 \right)^{1/2}. \end{aligned} \quad (16)$$

При решении задачи минимизации определяются только координаты точки минимума, поэтому можно убрать из последней формулы вычисление степени $1/2$ и окончательно минимизировать функцию

$$\begin{aligned} f(c_1, c_2, \dots, c_n) = & \sum_{j=0}^J \left(\sum_{k=3}^n c_k \cdot (k-1) \cdot (k-2) \cdot t_j^{k-3} + g\left(t_j, \sum_{k=1}^n c_k \cdot t_j^{k-1}, \sum_{k=2}^n c_k \cdot (k-1) \cdot t_j^{k-2}\right) \right)^2 + \\ & + \left(\sum_{k=1}^n c_k \cdot a^{k-1} - u_a \right)^2 + \left(\sum_{k=1}^n c_k \cdot b^{k-1} - u_b \right)^2. \end{aligned} \quad (17)$$

Задача минимизации функции (17) решалась методом покоординатного спуска, ассоциированным с методом золотого сечения [1]. Функция (17) оказалась наиболее подходящей для выбранного численного метода.

Для тестирования программы была выбрана конкретная нелинейная краевая задача с исходными данными: $g(t, u, v) = e^{2t} - e^t - u \cdot v$, $a = 0, b = 1, u_a = 1, u_b = e$. Нетрудно проверить, что эта задача имеет точное решение $u(t) = e^t$. В таблице 1 приведены результаты вычисления приближенного решения для этой краевой задачи, полученные описанным методом при $n = 5, J = 10$.

Таблица 1.

k	1	2	3	4	5
$c_k^{\min}$	1,0032325047	0,9950365986	0,5009100733	0,1537022493	0,0577049845

Минимальное значение функции (17) оказалось равным 0,00012. Погрешность приближенного решения не превысила 0,0077. Для получения приближенного решения было сделано 285 циклов покоординатного спуска.

В таблице 2 приведены результаты вычислений приближенного решения, полученные при $n=10$, $J=20$.

Таблица 2.

k	1	2	3	4	5
$c_k^{\min}$	0,9999311213	1,0000890029	0,500787921	0,1602111488	0,05855969219
k	6	7	8	9	10
$c_k^{\min}$	-0,010843920	0,0096156215	0,0006683394	-0,000488305	-0,000272023

Минимальное значение функции (17) оказалось равным 0,0000052. Погрешность приближенного решения не превысила 0,000069. Для получения приближенного решения было сделано 979 циклов покоординатного спуска.

Интересно заметить, что полученные значения $c_k^{\min}$ оказались близки к значениям коэффициентов разложения точного решения $u(t) = e^t$ в ряд Маклорена.

В заключение следует отметить, что описанный в работе метод технологически прост и позволяет на основе единой методики решать разнообразные прикладные математические задачи, причём линейность или нелинейность или сложная геометрия задачи практически не влияет на эту методику.

Список литературы

1. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1980.
2. Трубников С.В. О новом подходе к построению численных методов решения одномерных задач Коши на основе эрмитовой кусочно-многочленной интерполяции. - Вестник Брянского государственного университета. №4(2006): Естественные и точные науки. Брянск: РИО БГУ, 2006.
3. Трубников, С.В. Исправленный метод Эйлера с итерационным уточнением и переменным шагом (текст) / С.В.Трубников // Вестник Брянского государственного университета. №4 (2007) Математика. Физика. Биология. Медицина. Брянск: РИО БГУ, 2007. С.71-83.
4. Трубников, С.В. Модифицированный метод Эйлера с итерационным уточнением и переменным шагом. // Вестник Брянского государственного университета. №4 (2008) Математика. Физика. Биология. Медицина. Брянск: РИО БГУ, 2008. С.70-85.
5. Трубников С.В. О новом подходе к численному решению линейных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка // Вестник Брянского государственного технического университета. №3. Брянск: БГТУ, 2008. С. 128-137.
6. Трубников С.В. О новом подходе к построению численных методов решения линейной краевой задачи для системы обыкновенных дифференциальных уравнений на основе эрмитовых сплайнов. // Вестник Брянского государственного университета. №4 (2011) Точные и естественные науки. Брянск: РИО БГУ, 2011. С. 48-54.
7. Трубников С.В. О новом подходе к численному решению нелинейных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Электронный ресурс. // Ученые записки Брянского государственного университета: физико-математические науки/ биологические науки/ ветеринарные науки. №2 (2016). Брянск: РИО

БГУ, 2016. 84 с. Точка доступа: <http://scim-brgu.ru>. Размещено на официальном сайте журнала: 05.10.2016. С. 29-38.

8. Трубников С.В. Описание новых численных методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений с итерационной обработкой. Электронный ресурс. // Ученые записки Брянского государственного университета: физико-математические науки / биологические науки / ветеринарные науки. №4 (2016). Точка доступа: <http://scim-brgu.ru>. Размещено на официальном сайте журнала: 27.12.2016. Стр. 41-62.

9. Трубников С.В. О новых численных методах решения краевых задач в областях сложной формы с таблично заданными исходными данными. // Вестник Брянского государственного университета. №2 (2015) Педагогика. Психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. Брянск: РИО БГУ, 2015. С. 432-437.

Сведения об авторе

Трубников С.В. – кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой информатики и прикладной математики Брянского государственного университета имени акад. И.Г. Петровского. E-mail: serg.trubnikov@yandex.ru.

A NEW METHOD FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF OPERATOR EQUATIONS BASED ON THE PRINCIPLES OF THE LIMIT RESET AND MINIMIZATION OF THE RESIDUAL

S.V. Trubnikov

Bryansk State University of a name of the Academician I.G. Petrovsky

A new method for numerical solution of operator equations is describes

Keywords: operator equation; numerical methods; boundary value problems; differential equations

References

1. Vasilyev F. P. Numerical solution methods of extremal problems. M.: Nauka, 1980.
2. Trubnikov S. V. About the new approach to construction of numerical methods for solving one-dimensional Cauchy problems based on Hermite piecewise polynomial interpolation. - Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2006, No.4, pp. 199–217.
3. Trubnikov S. V. Corrected Euler's method with iterative refinement and variable pitch. - Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2007, No.4, pp. 71-83.
4. Trubnikov S. V. Modified Euler's method with iterative refinement and variable pitch. - Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008, No.4, pp. 70-85.
5. Trubnikov S. V. About the new approach to the numerical solution of linear boundary value problems for ordinary differential equations of second order. Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2008, No.3, pp. 128-137.
6. Trubnikov S. V. About the new approach to construction of numerical methods for the solution of linear boundary value problems for systems of ordinary differential equations based on Hermite splines. Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, No. 4 pp. 48-54.
7. Trubnikov S. V. About the new approach to numerical solution of nonlinear boundary value problems for ordinary differential equations of second order. - Uchenye zapiski Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2016, No. 2, pp. 29-38. Electronic resource. Tochka dostupa: <http://scim-brgu.ru>. Razmeshcheno na oficialnom cayte zhurnala: 05.10.2016.
8. Trubnikov S. V. Description of new numerical methods for the solution of the Cauchy problem for ordinary differential equations with iterative processing. Uchenye zapiski Bryanskogo

gosudarstvennogo universiteta, 2016, No. 4, pp. 41-62. Electronic resource. Tochka dostupa: <http://scim-brgu.ru>. Razmeshcheno na oficialnom cayte zhurnala: 27.12.2016.

9. Trubnikov S. V. About new numerical methods for solving boundary value problems in regions of complex shape with specified tabular source data. Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2015, No. 2 pp. 432-437.

About author

Trubnikov S.V. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate professor, a head of Department of computer science and applied mathematics at Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: serg.trubnickov@yandex.ru.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

УДК 372.853

ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ ОБОБЩЕННЫХ УМЕНИЙ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕПЛООБМЕНА

С.В. Симукова, Г.Н. Маюрова

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

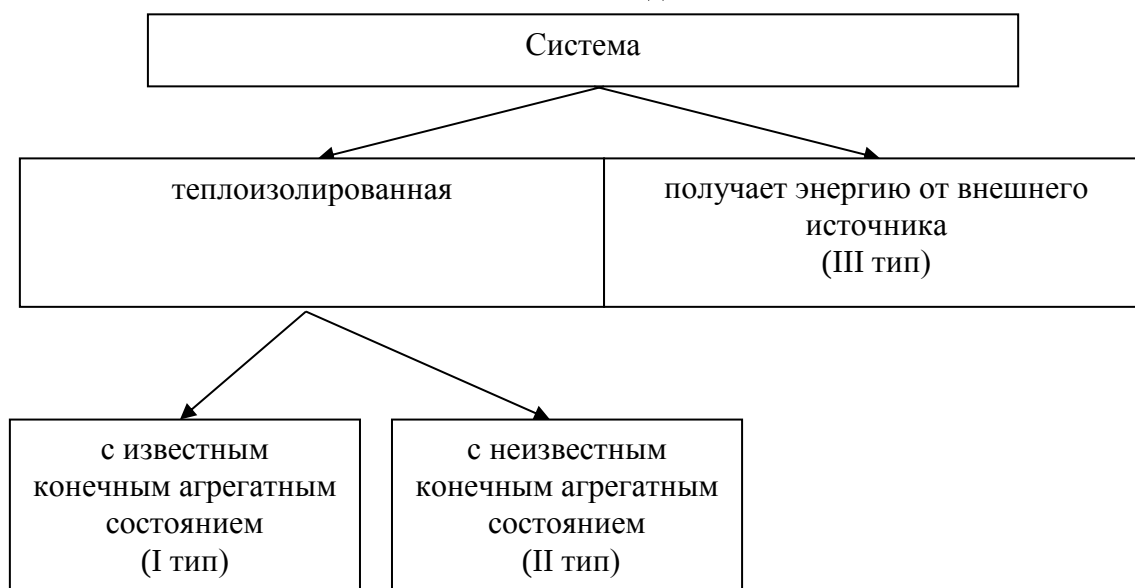
В статье рассматриваются различные типы задач на теплообмен, ориентировочные основы действий для решения задач каждого типа и методика их решения.

Ключевые слова: теплообмен, ориентировочная основа действий, методика решения задач.

В школьном курсе физики решается много задач на теплообмен в различных системах. Но в научно-методической литературе отсутствуют обобщенные способы решения таких задач. По результатам анализа задачников и учебников были выделены следующие типы задач на теплообмен:

- 1) задача о теплоизолированной системе с известным конечным агрегатным состоянием;
- 2) задача о теплоизолированной системе с неизвестным конечным агрегатным состоянием;
- 3) задача о системе, получающей энергию от внешнего источника.

Разбиение задач на типы



Рассмотрим методику обучения учащихся решению задач каждого типа.

Будем использовать 4 общие этапа решения задач: анализ условия задачи, поиск способа решения, оформление решения, подведение итогов.

Для учащихся удобно все вопросы выводить на слайды презентации и ответы подчеркивать в тексте или записывать.

Рассмотрим задачу первого типа на теплообмен в теплоизолированной системе с известным конечным агрегатным состоянием.

В калориметр, содержащий 400 г воды и 200 г льда при 0°C , впустили водяной пар с температурой 100°C . Сколько пара было впущено в калориметр, если в калориметре установилась температура 20°C ? Теплоемкость калориметра $1000 \text{ Дж}/^{\circ}\text{C}$.

Выясним - о каком явлении идет речь в задаче и каков ее тип. Для этого задаем вопросы:

1) О каком явлении идет речь?

Ответ на этот вопрос: о теплообмене. Вывод о рассматриваемом явлении делаем на основе текста задачи. В тексте задачи встречается слово «калориметр».

2) Каков тип решаемой задачи?

Ответ на этот вопрос: задача на теплообмен в теплоизолированной системе с известным конечным состоянием. Так как в тексте задачи встречается фраза «установилась температура 20°C».

На этапе анализа условия учащемуся необходимо ответить на следующие вопросы:

1) Какие тела участвуют в процессе теплообмена?

Вода, лед, водяной пар, калориметр.

2) Каковы их начальные параметры? (отвечая на этот вопрос, учащиеся попутно составляют краткую запись)

Масса воды 400 г, масса льда 200 г, температура льда и воды 0°C, температура водяного пара 100°C, установилась температура 20°C, теплоемкость калориметра 1000 Дж/°C.

Дано:

$$m_{\text{в}} = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{л}} = 0,2 \text{ кг}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 100^\circ\text{C}$$

$$\theta = 20^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{к}} = 1000 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$$

3) О каких процессах идет речь в задаче?

Таяние льда, нагревание всей воды в калориметре, нагревание калориметра, конденсация пара, остывание сконденсировавшегося пара.

4) Какими формулами они характеризуются?

$$Q_1 = \lambda_{\text{л}} m_{\text{л}}$$

$$Q_2 = (m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) c_{\text{в}} (\theta - t_0)$$

$$Q_3 = c_{\text{к}} (\theta - t_0)$$

$$Q_4 = -L_{\text{п}} m_{\text{п}}$$

$$Q_5 = m_{\text{п}} c_{\text{в}} (\theta - t_{\text{п}})$$

5) Какими постоянными нужно дополнить условие? (краткая запись дополняется необходимыми постоянными)

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$$

$$\lambda_{\text{л}} = 34 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$L_{\text{п}} = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

6) Что необходимо найти?

Сколько пара было введено в калориметр.

Найти: $m_{\text{п}}$ - ?

Следующим этапом работы с задачей является этап поиска способа решения задачи. Итогом этого этапа является план решения задачи.

На слайд выводятся вопросы, которые помогут осуществить поиск способа решения, так же выводятся ответы на заданные вопросы.

1) Откуда процессы Q_1 , Q_2 , Q_3 берут энергию?

При процессах Q_4 , Q_5 выделяется энергия.

2) Вся ли энергия, выделяющаяся при процессах Q_4 , Q_5 , идет на процессы Q_1 , Q_2 , Q_3 ?

Да, т.к. в условиях задачи ничего не сказано про потери энергии, т.е. выполняется закон сохранения энергии для данных процессов.

Чтобы было понятно, в каких процессах выделяется энергия, а в каких поглощается - удобно использовать графические способы кодирования информации. Нами представлено два таких способа.

Первый заключается в том, что процессы изображаются на координатной плоскости. Одна ось является осью температур, а вторая осью времени.

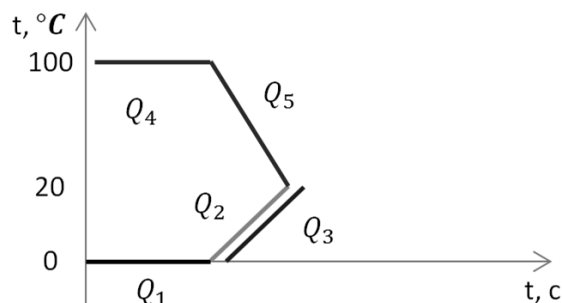


Рис.1.

Но так как в задачах на теплообмен первого типа в условии обычно не указывается время протекания процесса, нами предложен второй способ кодирования информации. Он заключается в изображении процессов на оси температур.

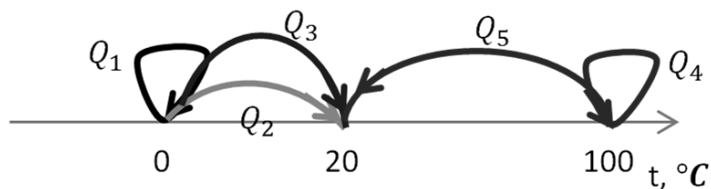


Рис.2.

Затем составляется план решения задачи.

1) Составим уравнение теплового баланса. $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 0$

2) Произвести подстановку формул

$$Q_1 = \lambda_{\text{л}} m_{\text{л}}$$

$$Q_2 = (m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) c_{\text{в}} (\theta - t_0)$$

$$Q_3 = c_{\text{к}} (\theta - t_0)$$

$$Q_4 = -L_{\text{п}} m_{\text{п}}$$

$$Q_5 = m_{\text{п}} c_{\text{в}} (\theta - t_{\text{п}})$$

3) Выразить неизвестную величину.

Решаем задачу по составленному плану.

Дано:

$$m_{\text{в}} = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{л}} = 0,2 \text{ кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\lambda_{\text{л}} = 34 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\theta = 20^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{к}} = 1000 \text{ Дж}/^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 100^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{п}} = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$m_{\text{п}} - ?$

Решение:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 0$$

$$Q_1 = \lambda_{\text{л}} m_{\text{л}}$$

$$Q_2 = (m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) c_{\text{в}} (\theta - t_0)$$

$$Q_3 = c_{\text{к}} (\theta - t_0)$$

$$Q_4 = -L_{\text{п}} m_{\text{п}}$$

$$Q_5 = m_{\text{п}} c_{\text{в}} (\theta - t_{\text{п}})$$

$$\lambda_{\text{л}} m_{\text{л}} + (m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) c_{\text{в}} (\theta - t_0) + c_{\text{к}} (\theta - t_0) - L_{\text{п}} m_{\text{п}} + m_{\text{п}} c_{\text{в}} (\theta - t_{\text{п}}) = 0$$

$$m_{\text{п}} = \frac{\lambda_{\text{л}} m_{\text{л}} + (m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) c_{\text{в}} (\theta - t_0) + c_{\text{к}} (\theta - t_0)}{L_{\text{п}} + c_{\text{в}} (t_{\text{п}} - \theta)}$$

$$m_{\text{п}} = 0,065 \text{ (кг)}$$

Ответ: 0,065 (кг).

На этапе подведения итогов выделяются характеристики типа задач.

Чтобы отнести задачу на теплообмен к первому типу, необходимо выделить признак этого типа – известность конечного агрегатного состояния. В задаче данного типа могут встречаться характерные слова, например: «установилась температура», «температура понизилась/увеличилась», «какой станет температура вещества».

Для решения задачи этого типа нами предложена следующая **ориентировочная основа действий**:

1. **Выяснить, сколько тел участвует в процессе теплообмена и их начальные параметры;**
2. **Выяснить какие процессы происходили (Записать уравнения каждого процесса);**
3. **Составить уравнение теплового баланса (для удобства использовать графические способы кодирования текста);**
4. **Проверить, сколько неизвестных в уравнении теплового баланса, при необходимости дописать уравнение;**
5. **Выразить искомую величину;**
6. **Вычислить искомую величину.**

Рассмотрим задачу второго типа на теплообмен в теплоизолированной системе с неизвестным конечным агрегатным состоянием.

В калориметр, содержащий 1,5 кг воды при температуре 20°C, положили 1 кг льда, имеющего температуру -10°C. Какая температура установится в калориметре?

Выясним о каком явлении идет речь в задаче и каков ее тип. Для этого задаем вопросы:

- 1) О каком явлении идет речь?

Ответ на этот вопрос: о теплообмене. Вывод о рассматриваемом явлении делаем на основе текста задачи. В тексте задачи встречается слово «калориметр».

- 2) Каков тип решаемой задачи?

Ответ на этот вопрос: задача на теплообмен в теплоизолированной системе с неизвестным конечным состоянием. Так как в тексте задачи встречается фраза «какая температура установится в калориметре?».

На этапе анализа условия учащемуся необходимо ответить на следующие вопросы:

- 1) Какие тела участвуют в процессе теплообмена?

Вода, лед.

- 2) Каковы их начальные параметры? (отвечая на этот вопрос, учащиеся попутно составляют краткую запись)

Масса воды 1,5 кг, масса льда 1 кг, температура воды 20°C, температура льда -10 °C.

Дано:

$$m_{\text{в}} = 1,5 \text{ кг}$$

$$t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{л}} = 1 \text{ кг}$$

$$t_{\text{л}} = -10^{\circ}\text{C}$$

- 3) Какие процессы возможны?

Охлаждение воды до 0°C, нагревание льда до 0°C, таяние льда/кристаллизация воды.

- 4) Какими формулами они характеризуются?

$$Q_1 = m_{\text{в}} c_{\text{в}} (t_{\text{в}} - 0)$$

$$Q_2 = m_{\text{л}} c_{\text{л}} (t_{\text{л}} - 0)$$

$$Q_3 = \pm m \lambda$$

- 5) Какими постоянными нужно дополнить условие? (краткая запись дополняется необходимыми постоянными)

$$\lambda_{\text{л}} = 34 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}$$

$$c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

б) Что необходимо найти?

Какая температура установилась в калориметре

Найти: θ –?

Следующим этапом работы с задачей является этап поиска способа решения задачи.

Итогом этого этапа является план решения задачи.

На слайд выводятся вопросы, которые помогут осуществить поиск способа решения, так же выводятся ответы на заданные вопросы.

1) Откуда процесс Q_2 берет энергию?

При процессе Q_1 выделяется энергия.

2) Достаточно ли этой энергии?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо сравнить Q_1 и Q_2 .

3) Что будет если вода может выделить больше энергии, чем необходимо для нагревания льда / льду для нагревания необходимо больше энергии, чем может выделить вода?

Будет избыток или недостаток энергии.

4) На что пойдет избыток энергии / чем скомпенсируется недостаток?

Q_3 . Необходимо сравнить избыток/недостаток с Q_3 .

Затем составляется план.

1) Сравнить Q_1 и Q_2 .

2) Найти избыток/недостаток

3) Сравнить избыток/недостаток с Q_3 .

Решаем задачу по составленному плану.

Дано:

$$m_{\text{в}} = 1,5 \text{ кг}$$

$$t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{л}} = 1 \text{ кг}$$

$$t_{\text{л}} = -10^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{л}} = 34 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

θ –?

Решение:

$$Q_1 = m_{\text{в}} c_{\text{в}} (t_{\text{в}} - 0) = 1,5 \cdot 4200 \cdot 20 = 126000$$

$$Q_2 = m_{\text{л}} c_{\text{л}} (0 - t_{\text{л}}) = 1 \cdot 2100 \cdot 10 = 21000$$

$$Q_3 = \pm m$$

$Q_1 > Q_2 \Rightarrow$ лед нагреется до 0°C прежде, чем вода охладится до этой же температуры. Лед начнет таять.

$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = 126000 - 21000 = 105000$ (Дж) – энергию еще может выделить вода, охлаждаясь до 0°C .

$Q_3 = m_{\text{л}} \lambda_{\text{л}} = 1 \cdot 3400000 = 3400000$ (Дж) – энергия необходимая для таяния льда

$Q_3 > \Delta Q \Rightarrow$ вода охладится до 0°C прежде, чем растает весь лед.

Вывод: температура смеси в калориметр будет равна 0

Ответ: 0

На этапе подведения итогов выделяются характеристики типа задач.

Для второго типа задач признаком является неизвестность конечного агрегатного состояния. В задаче можно встретить слова: «что будет после того, как теплообмен прекратится»; «найти температуру смеси, если изначально даны вещества в разных агрегатных состояниях (лед, вода, пар)».

Нами предложена следующая ориентировочная основа действий для решения задач данного типа:

1. Выяснить, сколько тел участвует в процессе теплообмена;

2. Проанализировать, какие процессы могут с ними произойти;

3. Записать уравнения каждого процесса;
4. Провести расчетный анализ ситуации, сравнивая выделяющуюся энергию с поглощаемой;
5. Выяснить, на что пойдет избыток энергии / чем скомпенсируется недостаток;
6. Вычислить/сделать вывод.

Рассмотрим задачу третьего типа на теплообмен в системе, получающей энергию от внешнего источника.

Алюминиевый чайник массой 400 г, в котором находится 2 кг воды при 10°C, помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело?

Выясним, о каком явлении идет речь в задаче и каков ее тип. Для этого задаем вопросы:

- 1) О каком явлении идет речь?

Ответ на этот вопрос: о теплообмене. Вывод о рассматриваемом явлении делаем на основе текста задачи. В тексте задачи встречается слово «газовая горелка».

- 2) Каков тип решаемой задачи?

Ответ на этот вопрос: задача на теплообмен в системе, получающей энергию от внешнего источника. Так как в тексте задачи встречается фраза «чайник помещают на газовую горелку с КПД 40%».

На этапе анализа условия учащемуся необходимо ответить на следующие вопросы:

- 1) Какие тела участвуют в процессе теплообмена?

Алюминиевый чайник, вода, газовая горелка, водяной пар.

- 2) Каковы их начальные параметры? (отвечая на этот вопрос, учащиеся попутно составляют краткую запись)

Масса чайника 400 г, масса воды 2 кг, температура чайника и воды в нем 10°C, КПД газовой горелки 40%, время закипания воды 10 мин, массы выкипевшей воды 20 г.

- 3) Какие процессы происходят?

Нагревание чайника до 100°C, нагревание воды до 100°C, выкипание 20 г воды, выделение энергии газовой горелкой.

Дано:

$$m_{\text{ч}} = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{в}} = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$\eta = 0,4$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$\tau = 600 \text{ с}$$

$$m_{\text{п}} = 0,02 \text{ кг}$$

- 4) Какими формулами они характеризуются?

$$Q_1 = c_{\text{ч}} m_{\text{ч}} (t_2 - t_1)$$

$$Q_2 = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_1)$$

$$Q_3 = L m_{\text{п}}$$

$$Q_{\text{полн}} = P \tau$$

- 5) Какими постоянными нужно дополнить условие? (краткая запись дополняется необходимыми постоянными)

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$c_{\text{ч}} = 920 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$L = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$$

- 6) Что необходимо найти?

Мощность горелки

Найти: P —?

Следующим этапом работы с задачей является этап поиска способа решения задачи.

Итогом этого этапа является план решения задачи.

На слайд выводятся вопросы, которые помогут осуществить поиск способа решения, так же выводятся ответы на заданные вопросы.

1) Откуда процессы Q_1, Q_2, Q_3 берут энергию?

От газовой горелки.

2) Вся ли полезная энергия, выделяемая горелкой, идет на процессы Q_1, Q_2, Q_3 ?

Да, т.к. в условиях задачи ничего не сказано про потери энергий, т.е. выполняется закон сохранения энергии для данных процессов.

Графически процессы можно закодировать следующим образом:

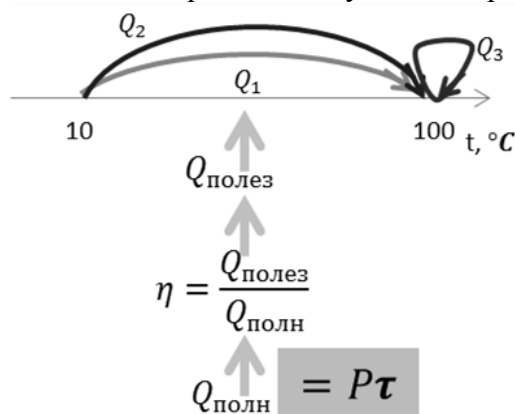


Рис. 3.

Затем составляется план.

1) Составим уравнение теплового баланса: $Q_{\text{полн}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$

2) Произвести подстановку формул

$$Q_1 = c_q m_q (t_2 - t_1)$$

$$Q_2 = c_b m_b (t_2 - t_1)$$

$$Q_3 = L m_{\text{п}}$$

$$Q_{\text{полн}} = P \tau$$

3) Выразить неизвестную величину.

Решаем задачу по составленному плану.

Дано:

$$m_q = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_b = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10^\circ \text{C}$$

$$\eta = 0,4$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$\tau = 600 \text{ с}$$

$$m_{\text{п}} = 0,02 \text{ кг}$$

$$c_b = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$$

$$c_q = 920 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$$

$$L = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

P —?

Решение:

$$Q_{\text{полн}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = c_q m_q (t_2 - t_1)$$

$$Q_2 = c_b m_b (t_2 - t_1)$$

$$Q_3 = L m_{\text{п}}$$

$$Q_{\text{полн}} = Q_{\text{полн}} \eta$$

$$P \tau \eta = c_q m_q (t_2 - t_1) + c_b m_b (t_2 - t_1) + L m_{\text{п}}$$

$$P = \frac{c_q m_q (t_2 - t_1) + c_b m_b (t_2 - t_1) + L m_{\text{п}}}{\tau \eta}$$

$$P = 3,5 \text{ (кВт)}$$

Ответ: 3,5 (кВт).

На этапе подведения итогов выделяются характеристики типа задач.

Для третьего типа задач признаком является наличие в условии задачи внешнего источника теплоты. Характерными словами типа могут быть, например: «горелка с известным КПД»; «водонагреватель полезной мощности»; «вещество обладало потенциальной/кинетической энергией».

Мы предлагаем решать задачи данного типа, используя следующую **ориентировочную основу действий**:

1. Выяснить какие процессы происходят в системе;
2. Выяснить, какую энергию получает система от внешнего источника (при необходимости: записать формулу КПД; выяснить, какая энергия является полезной, какая полной);
3. Записать формулы для каждой из энергий;
4. Проверить, сколько неизвестных в уравнении, при необходимости дописать уравнение;
5. Составить уравнение теплового баланса;
6. Выразить искомую величину;
7. Вычислить.

Список литературы

1. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. М.: Дрофа, 2013. 237, [3] с.: ил.;
2. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе: базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский: под ред. Н.А. Парфентьевой. М.: Просвещение, 2016. 336 с.: ил.
3. Методика решения задач по физике в средней школе: Кн. Для учителей. 3-е изд. перераб. М.: Просвещение, 1987. 336 с.: ил.

Сведения об авторах

Симукова С.В. – кандидат педагогических наук, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики, Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, simukova-svetlana@yandex.ru

Маюрова Г.Н. – студентка 4-го курса физико-математического факультета, Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского.

STUDENTS' UNIVERSAL SKILLS FORMATION TO SOLVE THE PROBLEMS IN STUDY OF HEAT EXCHANGE

S.V. Simukova, G.N. Mayurova

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The article deals with the different types of heat exchange, general bases of actions for solving the problems of each type and the methods of problem solving.

Key words: heat exchange, general bases of actions, methods of problem solving.

References

1. Myakishev G. Y. Physics: Students' Book (Grade 10) for comprehensive secondary schools/ G. Y. Myakishev, B.B. Boukhovtsev, N.N. Sotsky. M.: Prosvesheniye, 2016. p.336
2. Physics: Students' Book (Grade 8) for comprehensive schools/ A. V. Peryshkin. M.: Drofa, 2015. p.237/
3. The Methods of Problem Solving (physics) in comprehensive schools.: Teachers' Book/ 3rd Edition, reworked. M.: Prosvesheniye, 1987. p.336

About authors

S.V. Simukova – Candidate of pedagogical science, Associate professor, Department of Experimental and Theoretical Physics, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, simukova-svetlana@yandex.ru

G.N. Mayurova – 4th year student of Physics and Mathematics faculty, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 616.24-002.5-036.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ТУБЕРКУЛЕЗУ ЛЕГКИХ ЧЕЛОВЕКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В СЕЛЬСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**Е.В. Ноздрачева**

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В последние десятилетия особую тревогу медиков и широкой общественности вызывает туберкулёз. Действие экпатогенных факторов окружающей среды формирует особые патогенетические механизмы развития туберкулёзной инфекции в зонах экологического неблагополучия, что проявляется как изменением свойств самого возбудителя туберкулёза, так и состоянием противoinфекционной резистентности (устойчивости) макроорганизма. В то же время оценка экпатогенного влияния факторов окружающей среды на эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу возможна только в комплексе с объективной характеристикой медико-социальных проблем в анализируемой популяции.

Ключевые слова: туберкулёз, эпидемиологическая ситуация, эпидемиологические показатели, пестицидная нагрузка, социальные и экологические факторы.

Введение. В современном мире на здоровье человека влияют многочисленные факторы: социальные, химические, физические, биологические. Высокое качество окружающей среды и здоровья населения – важнейшее условие устойчивого и сбалансированного развития любой общности. Решение экономических и социальных проблем во многом зависит от уровня здоровья населения, в частности, от предотвращения массовых эпидемий. Одним из социально обусловленных и значимых заболеваний является туберкулёз. Практически по всем своим эпидемиологическим показателям – инфицированности, заболеваемости, распространённости, смертности – туберкулёз в России достиг уровня, серьёзно подрывающего здоровье трудоспособной части населения, а, следовательно, социально-экономический уровень страны [1].

Разница в уровне заболеваемости в различных автономных республиках, краях, областях, районах одной и той же административной территории объясняется рядом авторов как недостатками в организации противотуберкулёзной помощи и социальными факторами, так и условиями, в которых происходит формирование здоровья населения [2]. Поэтому при изучении объективных причин, формирующих эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу, необходимо учитывать синергическое воздействие различных факторов. Брянская область имеет региональные особенности, которые определяются разнообразием природных условий и степенью антропогенного воздействия.

Методика исследования. Для выявления пространственно-временных характеристик распространения туберкулёза на территории Брянской области использован картографический метод исследования, суть которого заключается в том, что карта выступает как средство и как объект исследования, являясь образно-знаковой моделью действительности. Образно-знаковые нозогеографические модели дают возможность выявить тенденции в динамике эпидемической ситуации, показывают степень концентрации явлений посредством количественной характеристики территории в границах административных районов [3]. С учётом специфики передачи пространственной информации выполнено картографирование статистических данных в разрезе 27 административных районов Брянской области, просчитаны коэффициенты корреляции между различными экологическими и социальными факторами и эпидемиологическими

показателями по туберкулёзу. Нами вычислялись коэффициенты корреляции при попарном сравнении признаков. При этом использовалась методика для малой выборки (при малом числе наблюдений), что обусловлено фиксированным числом административных районов Брянской области (27 районов) и города Брянска (четыре района и Брянск в целом). При расчёте по компьютерной программе коэффициентов корреляции использовалась стандартная программа в модификации С.И. Марченко. При этом связь считалась отсутствующей при значениях $r = 0,000 \dots 0,200$; малой – при $r = 0,201 \dots 0,400$; средней – при $r = 0,401 \dots 0,600$; высокой – при $r = 0,601 \dots 1,000$. Большое внимание было уделено синергетическому подходу при оценке детерминированности эпидемиологических показателей по туберкулёзу.

Для изучения экологической ситуации и её влияния на здоровье населения в Брянской области был проведен корреляционный анализ между показателями экологической нагрузки, с одной стороны, и эпидемиологическими показателями по туберкулёзу – с другой стороны.

Н.Е. Казмирова установила, что при наличии агрохимических производственных вредностей повышается частота встречаемости диссеминированного туберкулёза лёгких, регистрируемого на 25 % чаще в аграрной зоне по сравнению с промышленной группой районов. Такие различия клинико-морфологических особенностей специфического процесса отражают нарушения разных звеньев адаптационно-приспособительных процессов, в первом случае за счёт противомикробной защиты бронхо-лёгочного аппарата в промышленной зоне, во втором – за счёт нарушения гомеостатических процессов под пестицидным прессингом.

В Брянской области на части территорий вносятся или хранятся минеральные удобрения, пестициды и ядохимикаты, дающие определённую нагрузку на состояние здоровья населения. Мы сопоставили эту нагрузку с эпидемическими показателями по туберкулёзу.

Мы провели корреляционный анализ между показателями экологической нагрузки, с одной стороны, и эпидемиологическими показателями по туберкулёзу – с другой стороны. В частности, исследовалось влияние пестицидной нагрузки на показатели по туберкулёзу

Мы сравнили объёмы внесения минеральных удобрений за несколько лет в некоторых районах Брянской области с эпидемиологическими показателями по туберкулёзу в те же годы. Оказалось, что между ними наблюдается высокая обратная связь. Другими словами, несмотря на постоянное снижение количества вносимых минеральных удобрений, общая заболеваемость, распространённость и количество больных активным туберкулёзом становилось больше. Это можно объяснить только отложенным эффектом воздействия экологического прессинга. Сильнее всего эта связь проявилась в Стародубском и Красногорском районах: там заболеваемость туберкулёзом возрастала пропорционально снижению объёмов внесённых минеральных удобрений. То же явление отмечено и в отношении распространённости туберкулёза в Стародубском районе. Слабее, чем в других районах, объёмы внесённых на поля минеральных удобрений сказались на количестве больных активным туберкулёзом в Клиновском, Новозыбковском и Красногорском районах. Разумеется, мы не можем полагать, что использование химических веществ в сельском хозяйстве положительно сказывается на здоровье. Не стоит забывать, что в указанных районах очень высокий радиоактивный фон, стрессированность населения и ещё целый комплекс отрицательных воздействий на жителей.

Результаты и обсуждение. При анализе влияния хранящихся в районах Брянской области обезличенных пестицидов и эпидемиологических показателей по туберкулёзу выяснилось, что прямая средняя связь существует только с приростом количества больных активным туберкулёзом за 2011-2016 годы ($r = +0,509$) и средней за тот же период смертностью населения от туберкулёза ($r = +0,504$). С другими эпидемиологическими показателями количество хранящихся пестицидов либо вообще не связано, либо связь мала. Разумеется, различные химические вещества имеют разную степень токсичности. Поэтому

мы использовали такой показатель, как произведение размеров используемых пестицидов на коэффициент их токсичности. Анализ полученных данных показывает, что этот показатель имеет высокую обратную связь только со среднегодовой заболеваемостью туберкулёзом в период 2006-2009 годов ($r = -0,697$) и среднюю обратную связь с приростом распространённости туберкулёза за период 2011-2016 годов ($r = -0,542$). С другими эпидемиологическими показателями по туберкулёзу связь либо мала, либо отсутствует.

Малая обратная связь отмечена между поголовьем крупного рогатого скота, с одной стороны, и распространённостью туберкулёза в 2016 году ($r = -0,429$); среднегодовой заболеваемостью внелёгочным туберкулёзом за период 2006-2009 годы ($r = -0,453$); средней за 15 лет смертностью от туберкулёза ($r = -0,243$) и приростом смертности за 2006-2016 годы ($r = -0,501$). С другими эпидемиологическими показателями по туберкулёзу наличие КРС и его количество не связаны. Таким образом, мы можем с уверенностью утверждать, что на территории Брянской области туберкулёз никак не связан с наличием и поголовьем животных в сельской местности, по крайней мере в последние годы.

Вычисление коэффициентов корреляции между выбросами вредных веществ в атмосферу по Брянской области (тысяч тонн) и эпидемиологическими показателями по туберкулёзу показало, что существует высокая обратная связь количества поллютантов только со смертностью на 1000 человек ($r = -0,815$). Средняя связь выявлена с коэффициентом смертности от туберкулёза в трудоспособном возрасте ($r = +0,622$) и смертностью от туберкулёза на 100 000 населения ($r = -0,675$). С другими показателями по туберкулёзу валовые выбросы в атмосферу по Брянской области не связаны или связь мала.

Рассмотрим влияние среднегодовой нагрузки на жителя Брянской области некоторых загрязняющих атмосферу веществ. Малая прямая связь имеется между среднегодовой нагрузкой на жителей летучих органических соединений, с одной стороны, и приростом общей заболеваемости туберкулёзом за период 2011-2016 годов ($r = -0,229$), приростом среднегодовой заболеваемости внелёгочным туберкулёзом в 1990-е годы ($r = +0,200$) и приростом смертности от туберкулёза за период 2006-2016 годов ($r = +0,205$), с другой; а также между среднегодовой нагрузкой SO_2 и среднегодовой заболеваемостью туберкулёзом органов дыхания в 2006-2009 годах ($r = +0,274$) и приростом среднегодовой заболеваемости внелёгочным туберкулёзом за 2001-2009 годы ($r = +0,239$). Нагрузка от соединений азота повлияла в малой степени лишь на прирост среднегодовой заболеваемости внелёгочным туберкулёзом в период 2001-2009 годов. Вообще этот показатель оказался самым зависимым от среднегодовой нагрузки на жителей Брянской области рассмотренных поллютантов. Между остальными признаками связи не выявлено.

Максимальное воздействие на эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу оказывали соединения свинца (высокая связь с десятью признаками по туберкулёзу), а также соединения меди, марганца и сумма тяжёлых металлов (высокая связь с девятью эпидемиологическими показателями). Наличие летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферном воздухе влияло на пять признаков; диоксид серы – на два признака, а ароматические углеводороды и суммарная эквивалентная токсичность тесно связаны лишь с распространённостью туберкулёза в 2006 году.

Проанализируем наиболее тесно связанные признаки. Нарастание содержания соединений свинца в биосфере вызывало пропорциональное нарастание среднегодовой заболеваемости туберкулёзом органов дыхания и внелёгочным туберкулёзом; общей заболеваемости туберкулёзом в 2016 году. Однако некоторые показатели при снижении свинцовой нагрузки закономерно повышались: среднегодовая заболеваемость туберкулёзом органов дыхания в 2006-2009 годах; прирост общей заболеваемости туберкулёзом за 15 лет; распространённость туберкулёза и смертность от него в 2016 году; прирост распространённости туберкулёза за 15 лет; средняя за 15 лет смертность от туберкулёза и прирост смертности от туберкулёза за период 2006-2016 годов. Не оказали влияния соединения свинца на прирост среднегодовой заболеваемости внелёгочным туберкулёзом.

Чем больше становилось в окружающей среде соединений меди, марганца и в сумме тяжёлых металлов, тем выше была среднегодовая заболеваемость туберкулёзом органов дыхания в 2011-2015 годах, однако закономерно снижались: среднегодовая заболеваемость туберкулёзом органов дыхания в 2006-2009 годах; прирост общей заболеваемости туберкулёзом в период 2011-2016 годов; распространённость туберкулёза в 2016 году; прирост распространённости туберкулёза за 2011-2016 годы; прирост количества больных активным туберкулёзом за период 2011-2016 годов; прирост среднегодовой заболеваемости внелёгочным туберкулёзом, а также смертность от туберкулёза.

Тот факт, что большинство показателей по туберкулёзу продолжают ухудшаться при снижении прессинга тяжёлых металлов можно, с нашей точки зрения, объяснить либо тем, что эти загрязнители аккумулируются в организме человека и с сокращением их присутствия в окружающей среде. Все эти вопросы, безусловно, требуют дальнейшего исследования. Кроме того, нельзя забывать о том, что многие факторы действуют совместно и часто – разнонаправлено.

Что касается летучих органических соединений (ЛОС), то их концентрация напрямую определяет такие из изученных показателей по туберкулёзу, как: среднегодовая заболеваемость туберкулёзом органов дыхания; общая заболеваемость туберкулёзом и её прирост; прирост распространённости туберкулёза и смертность от него. Наименьшее влияние ЛОС оказывали на распространённость туберкулёза в 2016 году.

По нашим данным, концентрация диоксида серы сильно влияла на прирост количества больных активным туберкулёзом, однако столь же заметно затормозила среднегодовую заболеваемость внелёгочным туберкулёзом в период 2011-2015 годов.

Чем меньше выбрасывалось в атмосферный воздух техногенных ароматических углеводородов, тем выше стала распространённость туберкулёза в 2016 году. Та же зависимость выявлена в отношении суммарной эквивалентной токсичности.

Расчёт коэффициентов корреляции при изучении динамики выбросов различных загрязнителей по Брянской области показал, что чем больше количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных промышленных источников по Брянской области, тем закономерно выше эффективность лечения туберкулёза СВ– (+0,646), ВК– (+0,792), абацилирование (+0,792), клиническое излечение (+0,832), прекращение бацилловыделения у впервые выявленных больных (+0,867), коэффициент смертности от туберкулёза всех форм среди городских женщин трудоспособного возраста (+0,692). Однако с увеличением валового выброса загрязнителей в атмосферу снижается доля рецидивов VI группы ДУ (–0,833), доля умерших от туберкулёза, наблюдавшихся менее одного года; общая смертность от туберкулёза (–0,697); смертность от активного туберкулёза (с несостоящими на учёте) (–0,779); смертность бациллярных больных туберкулёзом (–0,830); смертность больных туберкулёзом от всех причин (–0,822), а также от других причин (–0,868).

Выбросы вредных веществ по Брянской области пропорционально увеличивают смертность от туберкулёза (+0,648), однако снижают такие показатели, как смертность от ВИЧ на 100 тыс. населения (–0,732), как городского (–0,779), так и сельского (–0,652).

Если рассматривать выбросы от автотранспорта, то чем их больше, тем выше смертность от туберкулёза всех форм городского населения (+0,779) и коэффициент смертности от туберкулёза всех форм среди городского населения трудоспособного возраста (+0,602); но в то же время ниже смертность от ВИЧ (–0,760), как среди городского (–0,794), так и среди сельского (–0,713) населения.

Увеличение числа проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по окислам азота, в целом по Брянской области ведёт к увеличению смертности городского населения от всех форм туберкулёза (+0,649), смертности от туберкулёза (+0,631) и от активного туберкулёза (+0,605). Однако при этом снижаются следующие показатели: коэффициент смертности от

туберкулёза всех форм на 100 тыс. лиц трудоспособного возраста (всего) ($-0,728$), а также мужчин ($-0,728$); сельского населения ($-0,790$), как мужчин ($-0,723$), так и женщин ($-0,821$).

В годы, когда было больше число проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по оксиду углерода, в Брянской области снижались: доля людей, первично признанных инвалидами в связи с туберкулёзом ($-0,893$); коэффициент смертности от туберкулёза всех форм среди лиц трудоспособного возраста (городское население, всего: $-0,878$; мужчины: $-0,873$).

Если возрастало число проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по формальдегиду, то росли: смертность от туберкулёза всех форм сельского населения ($+0,779$); коэффициент смертности от туберкулёза всех форм лиц трудоспособного возраста ($+0,983$), в том числе мужчин ($+0,925$), женщин ($+0,834$), городского населения ($+0,791$), сельского населения ($+0,805$). Причём у сельских женщин эта зависимость была выражена сильнее ($+0,943$), чем у мужчин ($+0,695$). При этом снижались такие показатели, как: доля лиц, первично признанных инвалидами в связи с туберкулёзом ($-0,780$); смертность от туберкулёза ($-0,726$) и от активного туберкулёза ($-0,721$).

Что касается сернистого ангидрида, то с ростом числа проб, превышающих гигиенические нормативы, снижается коэффициент смертности от туберкулёза всех форм лиц трудоспособного возраста среди городского населения ($-0,620$).

Чем больше было проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по взвешенным веществам, тем меньше была смертность от туберкулёза ($-0,864$) и от активного туберкулёза ($-0,865$).

При анализе коэффициентов корреляции по районам Брянской области не выявлено связи между выбросами загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, в 2013, 2014, 2015 и 2016 годах, с одной стороны, и эпидемиологическими показателями по туберкулёзу – с другой стороны. То же самое можно сказать и о выбросах твёрдых, газообразных и жидких веществ в атмосферу в 2015 и 2016 годах.

Выбросы диоксида серы в атмосферу в 2015 году были связаны средней прямой связью только с первичной заболеваемостью туберкулёзом взрослых (форма 33) ($+0,544$). В 2006 году эта связь была несколько выше ($+0,550$).

С выбросами оксида азота в атмосферу в 2015 году ни один из эпидемиологических показателей не был связан, а выбросы в 2016 году спровоцировали некоторый рост первичной заболеваемости туберкулёзом детей на следующий год ($+0,396$).

С выбросами оксида углерода в атмосферу в 2015 и 2016 год эпидемиологическая ситуация по туберкулёзу никак не была связана.

Выбросы углеводородов в 2013 году имели среднюю прямую связь только с первичной заболеваемостью туберкулёзом взрослых, в 2014 году ($+0,396$); а в 2015 году – со смертностью от активного туберкулёза в 2016 году ($+0,457$).

Выбросы летучих органических соединений (ЛОС) в 2014 году никак не влияли на эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу, а в 2015 году они увеличили клиническое излечение больных с рецидивом туберкулёза в следующем, 2016, году ($+0,548$).

Количество автомобилей (а, следовательно, и выбросов отработавших газов) на конец 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 и 2016 годов никак не влияло на эпидемиологические показатели по туберкулёзу. А среднее количество автомобилей за 2011-2016 годы было связано средней обратной связью со среднегодовой заболеваемостью бацилярным туберкулёзом органов дыхания за этот период ($-0,426$).

Количество источников централизованного водоснабжения в районах Брянской области, не соответствовавших нормам в 2016 году, имело среднюю обратную связь со смертностью от активного туберкулёза ($-0,369$). Количество водопроводов в районах Брянской области, не соответствовавших нормам в 2016 году, на обстановку по туберкулёзу никак не повлияло.

Обращает на себя внимание тот факт, что воздействие акролеина и оксида углерода на эпидемиологические показатели по туберкулёзу было прямо противоположно воздействию формальдегида. Это требует дополнительных более тщательных исследований.

Количество обезличенных пестицидов в 2016 году повлияло в средней степени лишь на долю выявленных при профилактических осмотрах больных: % от общего числа выявленных (+0,378), выявляемость туберкулёза взрослых (+0,562).

Таким образом, химическая загрязнённость окружающей среды оказывает на эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу весьма сложное, скорее всего отложенное воздействие.

Список литературы

1. Березовский Б.А., Салобай Р.Ю., Марчак В.В. и др. Влияние социальных факторов на заболеваемость туберкулёзом // Проблемы туберкулёза. 1991. № 12. С. 6.
2. Брянская область в цифрах: Краткий статистический сборник. Брянск, 2016. С. 40.
3. Здоровье города Брянска (экологические, социально-экономические, демографические и медицинские аспекты) /Под ред. И.И. Дубового. Брянск, 2010. С. 92.
4. Казимирова Н.Е. Эпидемиология и особенности течения туберкулёза в регионах с разной степенью экологического неблагополучия: Автореф. дисс. ... д.м.н. М., 2000.
5. Пичужкина Н.М. Опыт использования методологии оценки риска для здоровья населения при ведении социально-гигиенического мониторинга в Воронежской области //Здоровье населения и среда обитания. Информационный бюллетень. 2006. № 10 (163). С. 51.
6. Терёшин, В.С. Выявление больных туберкулёзом лёгких в пульмонологических отделениях на радиоактивно загрязнённых территориях: Дисс. ... д.м.н. / В.С. Терешин. М., 2002. 202 с.

Сведения об авторе

Ноздрачева Е.В. – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: nozd-ev@mail.ru

RESEARCH OF DYNAMICS OF EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS ON TUBERCULOSIS OF LUNG PEOPLE DEPENDING ON ENVIRONMENTAL LOAD IN RURAL AND INDUSTRIAL BUILDINGS OF BRYAN REGION E.V. Nozdracheva

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

In recent decades, tuberculosis has become a special concern for doctors and the general public. The action of ecopathogenic factors of the environment forms special pathogenetic mechanisms of development of tuberculosis infection in zones of ecological trouble, which is manifested both by changes in the properties of the pathogen itself and by the state of anti-infective resistance (stability) of the macroorganism. At the same time, an assessment of the ecopathogenic effect of environmental factors on the epidemiological situation of tuberculosis is possible only in conjunction with an objective characterization of medical and social problems in the analyzed population.

Key words: tuberculosis, epidemiological situation, epidemiological indicators, pesticide load, social and environmental factors.

References

1. Berezovsky BA, Salobay R.Yu., Marchak V.V. Influence of social factors on the incidence of tuberculosis // Problems of tuberculosis. 1991. № 12. С. 6.
2. Bryansk Region in Figures: A Brief Statistical Digest. Bryansk, 2016. P. 40.

3. The health of the city of Bryansk (ecological, socio-economic, demographic and medical aspects), Ed. I.I. Oak. Bryansk, 2010. P. 92.

4. Kazimirova N.E. Epidemiology and features of the course of tuberculosis in regions with different degrees of environmental problems: Author's abstract. Diss. ... dms M., 2000.

5. Pichuzhkina N.M. Experience in using the methodology of risk assessment for public health in the conduct of socio-hygienic monitoring in the Voronezh region // Health of the population and habitat. News bulletin. 2006. No. 10 (163). P. 51.

6. Teryoshin, V.S. Identification of patients with pulmonary tuberculosis in pulmonology departments in radioactively contaminated territories: Diss. ... dms V.S. Tereshin. M., 2002. 202 p.

About authors

Nozdracheva E.V. – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky, e-mail: nozd-ev@ mail.ru.

УДК 581.524.2

ФЕНОЛОГИЯ *HERACLEUM SOSNOWSKYI* НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Н. Панасенко, М.С. Холенко

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

В статье приведены сведения об особенностях фенологии инвазионного растения *Heracleum sosnowskyi*.

Ключевые слова: инвазия, *Heracleum sosnowskyi*, фенология, Брянская область.

Введение. Изучение вопросов биологии инвазионных видов актуальная задача современной биологии. К одним из опаснейших инвазионных растений в Восточной Европе относится *Heracleum sosnowskyi* Manden [1, 6, 8]. Борщевик Сосновского – кавказский, горнолесной, субальпийский светолубивый, нитрофильный луговой вид, многолетний монокарпик [3, 6]. В Брянской области по инвазионному статусу *Heracleum sosnowskyi* – растение-трансформер [4]. Трансформеры активно внедряются в естественные и полустепные сообщества; изменяют облик экосистем; нарушают сукцессионные связи; выступают в качестве эдификаторов и доминантов; существенно изменяют характеристики исходной экосистемы (показатели фитосреды, физиономичность, видовой состав и пр.), в которую произошло внедрение; вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов исходных сообществ [1, 2, 7].

В настоящей работе уточнены вопросы фенологии *Heracleum sosnowskyi* на территории Брянской области.

Материалы и методы. Фенологические наблюдения проводились в течение полевых сезонов 2013–2017 гг. в г. Брянске и районах Брянской области. Наблюдение за развитием борщевика выполнены на контрольных участках. Семена, собранные в сентябре 2013 г., были высеяны в октябре 2013 г. партиями по 100 шт. на контрольных участках (вскопанный почва), семена просто рассеивались на участке, без заделки в почву (имитировалось естественное распространение семян).

Результаты исследования.

Этапы развития *Heracleum sosnowskyi* на контрольных участках.

На контрольных участках в 2014 г. всхожесть составила 39.0 ± 5.0 %. В 2015 г. появлялись всходы из семян прошлого года, всхожесть – 13.3 ± 1.5 %. Суммарная всхожесть за 2 года составила 52.3 ± 4.1 %. В 2016–2017 гг. всходы не появились. В первый год развитие растений, выросших из семян, завершилось на имматурной стадии (рис. 3–6). В 2015–2016 гг. растения были на виргинильной стадии (рис. 8). Из 52 растений борщевика появившихся в 2014–2015 гг. к 2017 году на контрольной площадке осталось 7 (рис. 7, 10). В 2017 г. у двух растений формируется генеративный побег.

Фенологические наблюдения

Всходы *Heracleum sosnowskyi* появляются после схода снега в конце марта – начале апреля (рис. 1). В местах массового произрастания борщевика всходы многочисленные на площади (0.25×0.25 м) встречается до 40 проростков (рис. 2). В конце марта начинают разворачиваться листья у зимующих особей, формирование листовой розетки завершается в 1–2 декаду мая (рис. 9–14).

Развитие генеративного побега начинается в первой декаде июня, главный зонтик формируется к середине июня, боковые зонтики к концу июня. Созревание плодов на главном зонтике происходит во второй декаде июля, на боковых зонтиках – в третьей декаде. Рассеивание плодов начинается с середины июля. В августе начинается отмирание генеративных растений; после усыхания листьев, под пологом старых растений появляется

растения с ювенильными листьями из покоящихся каудексов (рис. 15). Также растения выходят из состояния покоя после скашивания и применения гербицидов (рис. 16). Механизм пробуждения покоящихся растений неясен; возможно, аллелопатическое влияние. Прегенеративные растения вегетируют до октября, затем листья поникают (рис. 17, 18). В октябре–ноябре изредка появляются всходы из прошлогодних семян.



Рис. 1. Появление проростка. 29.03.2014.



Рис. 2. Всходы *Heracleum sosnowskyi* 04.04.2017.



Рис. 3 Появление 1 настоящего листа. 20.04.2014.

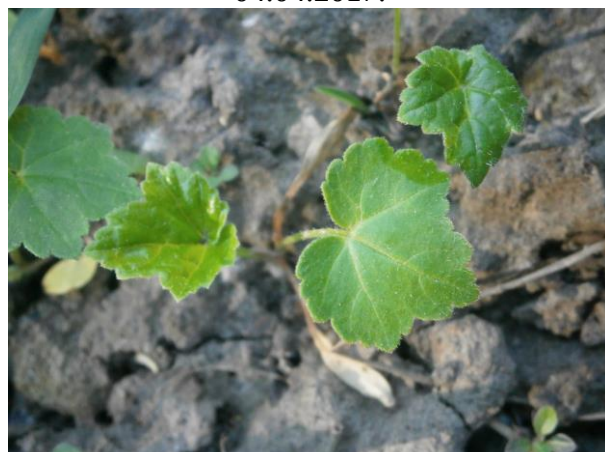


Рис. 4. Появление 2 настоящего листа (4-8.05.14), отмирание семядолей. Ювенильное растение.



Рис. 5. Появление 3 листа (23.05.14).

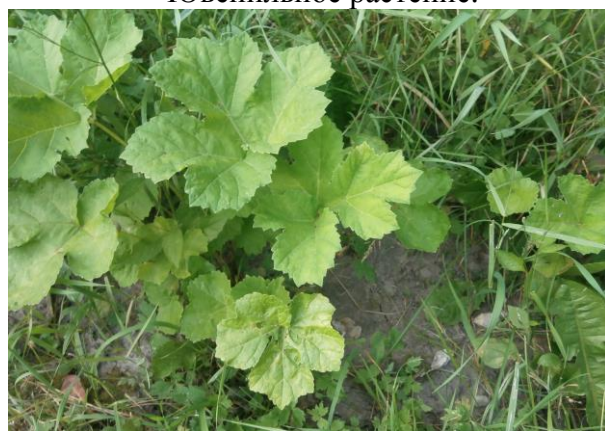


Рис. 6. Развитие 4 и 5 листа, отмирание 2 листа (07–30.06.14.). Имматурное растение.



Рис. 7. Растения на контрольной площадке. 20.06.2014.



Рис. 8. Виргинильные растения. 16.04.2016.



Рис. 9. Формирование розетки листьев у виргинильных растений. 21.03.2017.



Рис. 10. Формирование розетки листьев у виргинильных растений. 03.04.17.



Рис. 11. Формирование розетки листьев у виргинильных растений. 06.04.2017.



Рис. 12. Формирование розетки листьев у виргинильных растений. 10.04.2017.



Рис. 13. Формирование розетки листьев у виргинильных растений. 25.04.2017.



Рис. 14. Формирование розетки листьев у виргинильных растений. 14. 19.05.2017.



Рис. 15. Многочисленные ювенильные растения, появившиеся после гибели генеративного растения. 07.09.2014.

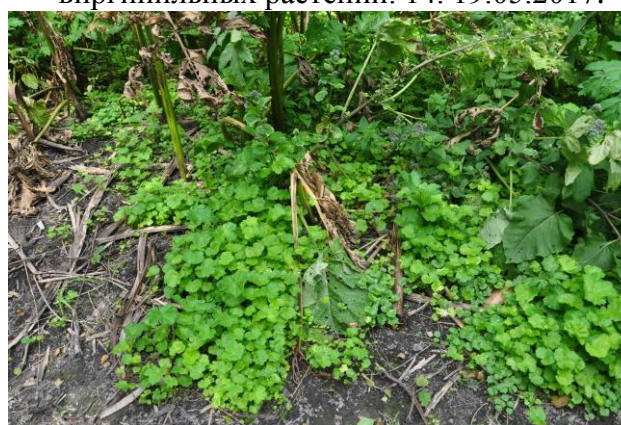


Рис. 16. Многочисленные ювенильные растения, появившиеся после гибели растений при обработке гербицидами. 27.07.2013.



Рис. 17. Отмирание листьев у вегетирующих растений. 18.10.14.



Рис. 18. Отмирание листьев у вегетирующих растений. 18. 10.11.2016.

Заключение. Успешной инвазии *Heracleum sosnowskyi* способствуют следующие биологические особенности:

- высокая семенная продуктивность и всхожесть семян;
- первичный покой жизнеспособных семян (1 год);
- вторичный покой каудексов;

- несинхронный ритм онтогенетического развития;
- быстрое весеннее развитие и формирование мощной листовой розетки, затеняющей другие растения.

Таким образом, у *Heracleum sosnowskyi* можно выделить несколько репродуктивных стратегий [5]: вегетативная экспансия, сезонная регенерация, возобновление за счет банка семян и возобновление за счет многочисленных рассеиваемых семян.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 13-04-97525, 16-54-00036.

Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
2. Крылов А.В., Решетникова Н.М. Адвентивный компонент флоры Калужской области: натурализация видов // Бот. журн. 2009. Т.94. № 8. С. 1126–1148.
3. Манденова И.П. Борщевик – *Heracleum* L. // Флора СССР. Т. 17. С. 223–259.
4. Панасенко Н.Н. Black-list флоры Брянской области // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2014. № 2. С. 127–131.
5. Grime J. P. Plant strategies and vegetation processes. Chichester: Wiley, 1979. 222 p.
6. Kabuce N., Priede N. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Heracleum sosnowskyi* (электронный документ) 2010 // Online Database of the European Network on Invasive Alien Species NOBANIS // <https://www.nobanis.org/> Проверено 07.01.2016.
7. Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. 2000. Vol. 6. P. 93–107.
8. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. 2005. / C. Nielsen, H.P. Ravn, W. Nentwig, M. Wade (eds.). Hoersholm (Denmark): Forest & Landscape. 44 p.

Сведения об авторах

Панасенко Н.Н. – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: panasenkobot@yandex.ru.

Холенко М.С. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

HERACLEUM SOSNOWSKYI PHENOLOGY IN THE TERRITORY OF THE BRYANSK REGION

N.N. Panasenko, M.S. Kholenko

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

Data on features of phenology of an invasive plant of *Heracleum sosnowskyi* are provided in article.

Keywords: invasion, *Heracleum sosnowskyi*, phenology, Bryansk region.

References

1. Vinogradova Yu. K., Mayorov S. R., Horun L. V. The black book of flora of Central Russia (Alien species of plants in ecosystems of Central Russia). M.: GEOS, 2009. 494 p.
2. Krylov A. V., Reshetnikova N. M. Adventivny component of flora of the Kaluga region: naturalization of types//Boat. журн. 2009. Т.94. No. 8. P. 1126-1148.

3. Mandenova I. P. A cow-parsnip – *Heracleum L.*//Flora of the USSR. T. 17. P. 223-259.
4. Panasenko N. N. Black-list of flora of the Bryansk region//Russian Magazine of Biological Invasions. 2014. No. 2. P. 127-131.
5. Grime J. P. Plant strategies and vegetation processes. Chichester: Wiley, 1979. 222 p.
6. Kabuce N., Priede N. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Heracleum sosnowskyi* (электронный документ) 2010 // Online Database of the European Network on Invasive Alien Species NOBANIS // <https://www.nobanis.org/> Проверено 07.01.2016.
7. Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. 2000. Vol. 6. P. 93–107.
8. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. 2005. / C. Nielsen, H.P. Ravn, W. Nentwig, M. Wade (eds.). Hoersholm (Denmark): Forest & Landscape. 44 p.

About authors

Panasenko N. N. – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky, e-mail: panasenkobot@yandex.ru.

Kholenko M. S. – graduate student, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

УДК 796.91

ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ БОРЦОВ И ЛЕГКОАТЛЕТОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

М.В. Рудин, А.В. Дорохов, Е.В. Дорохов

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В ходе исследования выявлены изменения гемодинамических показателей спортсменов, изучен адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы борцов и легкоатлетов. При использовании проб Руфье и Кверга произведена оценка переносимости динамической нагрузки и адаптации к разнохарактерной нагрузке сердечно-сосудистой системы борцов и легкоатлетов.

Ключевые слова: *сердечно-сосудистая система, юноши, гемодинамика, проба Руфье, проба Кверга.*

Введение. Применяемые в современных условиях тренировочные нагрузки в олимпийских видах спорта предъявляют к организму спортсменов исключительно экстремальные требования. В этих условиях возрастает значение контроля и оценки различных сторон подготовленности, функциональных возможностей спортсменов [4]. Одной из важных задач является получение информации о состоянии организма спортсменов, их резервных возможностях, уровне здоровья [5], что необходимо для управления их подготовкой, предотвращения перегрузок и перенапряжений.

При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их резервов, а системообразующим фактором при этом должен являться приспособительный полезный результат – выполнение поставленной задачи, т. е. конечный спортивный результат [3].

Особенно актуально изучение возрастных особенностей процессов адаптации висцеральных систем организма к физической тренировке. Эффективность физических нагрузок и их стимулирующее влияние на организм могут быть достигнуты только при учёте возрастных особенностей организма [1]. Таким образом, учитывая актуальность вышеизложенной проблемы, мы решили обратиться к ней, тем более, что многие ее аспекты до сих пор остаются не выясненными.

Необходимым условием нормального функционирования организма является определенная степень лабильности всех систем и, в первую очередь, сердечно-сосудистой системы. Поэтому изучение показателей сердечнососудистой системы у спортсменов разного возраста являлось одним из важнейших направлений нашего исследования.

Методика исследования. Исследование особенностей сердечно-сосудистой системы половых различий борцов и легкоатлетов производилось на основании гемодинамических показателей: частота пульса, ударный объем, минутный объем кровотока, сердечный индекс, артериальное давление, а также функциональных проб: проба Руфье и проба Кверга.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования установлено, что во время онтогенеза спортсменов отмечается рост адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы борцов и легкоатлетов. Нарушений адаптационных реакций со стороны системы кровообращения спортсменов разного возраста не выявлено. Наиболее благоприятно оценивается состояние сердечно-сосудистой системы легкоатлетов юношеского возраста. Различия в значениях индекса адаптационного потенциала между легкоатлетами и борцами подросткового возраста несущественны.

Результаты пробы Руфье выявляют улучшение переносимости динамической нагрузки юношами обеих специализаций по сравнению с подростками. Переносимость динамической нагрузки юношами обеих специализаций оценивается как отличная, подростков – как хорошая.

Результаты пробы Кверга позволяют оценить степень адаптации к разнохарактерной нагрузке сердечно-сосудистой системы борцов и легкоатлетов юношеского возраста как отличную, подростков – как хорошую. Отмечается более высокий уровень адаптированное сердечно-сосудистой системы борцов обеих возрастных групп к разнохарактерной нагрузке по сравнению с легкоатлетами.

В настоящее время в оценке функционального состояния организма, в определении его резервов, степени адаптации к различным факторам среды основное внимание уделяется исследованию сердечно-сосудистой системы, именно через нее центральная нервная система осуществляет свои распорядительные и распределительные функции [6].

Кроме того, сердечнососудистая система с ее многоуровневой регуляцией представляет собой функциональную систему, где конечным результатом деятельности является обеспечение заданного уровня функционирования целостного организма, которому должен соответствовать и эквивалентный уровень функционирования аппарата кровообращения. Она одной из первых вовлекается в компенсаторно-приспособительную деятельность.

Изучение сердечной деятельности при разных уровнях двигательной активности вызывает неослабевающий интерес у исследователей, поскольку сердце является эффективным индикатором, способным определить потенциальный уровень приспособляемости вегетативных функций организма, развивающихся под влиянием двигательной активности. При оптимальной физической активности все органы и системы работают весьма экономично, адаптационные резервы велики, сопротивляемость организма к неблагоприятным условиям высока. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в значительной мере определяет работоспособность занимающихся и уровень спортивно-технических результатов.

Выводы:

1. Результаты исследований выявляют изменения гемодинамических показателей спортсменов в ходе онтогенеза. Отмечается достоверный рост ударного ($p < 0,01$) и минутного ($p < 0,05$) объема кровообращения у юношей по сравнению с подростками среди борцов и легкоатлетов. Выявлен достоверный рост ($p < 0,05$) диастолического артериального давления юношей- борцов по сравнению с борцами подросткового возраста. Установлено соответствие изучаемых гемодинамических показателей возрастным нормам в обеих группах спортсменов подросткового и юношеского возраста. Выявлены достоверно более высокие показатели ДАД ($p < 0,05$) юношей-борцов по сравнению со сверстниками-легкоатлетами ($81,5 \pm 3,1$ мм.рт.ст. и $71,4 \pm 2,98$ мм.рт.ст. соответственно). По остальным показателям достоверных различий между борцами и легкоатлетами не выявлено, однако полученные данные свидетельствуют о несколько более высоком уровне функционального состояния сердечно-сосудистой системы легкоатлетов.

2. Установлено, что в ходе онтогенеза спортсменов отмечается рост адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы борцов и легкоатлетов. Нарушений адаптационных реакций со стороны системы кровообращения спортсменов разного возраста не выявлено. Наиболее благоприятно оценивается состояние сердечно-сосудистой системы легкоатлетов юношеского возраста, чей показатель индекса адаптационного потенциала ($2,17 \pm 0,17$ балла) на 19,8% превышает нормативные значения, свидетельствующие об удовлетворительной адаптации. Различия в значениях индекса адаптационного потенциала между легкоатлетами и борцами подросткового возраста незначительны.

3. Результаты пробы Руфье выявляют улучшение переносимости динамической нагрузки юношами обеих специализаций по сравнению с подростками, выражающееся снижением показателя сердечной деятельности. При сравнении полученных данных с нормативными значениями ПСД установлено, что переносимость динамической нагрузки юношами обеих специализаций оценивается как отличная, подростков – как хорошая. Отмечается достоверное снижение ($p < 0,05$) ПСД борцов в ходе онтогенеза. У легкоатлетов

юношеского возраста достоверных различий с подростками не выявлено. Выявлены более прогрессивные значения ПСД легкоатлетов в обеих возрастных группах по сравнению с борцами (в группе подростков – $5,49 \pm 0,51$ балла и $6,22 \pm 0,48$ балла соответственно, в группе юношей – $4,62 \pm 0,39$ балла и $4,89 \pm 0,36$ балла соответственно).

4. Результаты пробы Кверга позволяют оценить степень адаптации к разнохарактерной нагрузке сердечно-сосудистой системы борцов и легкоатлетов юношеского возраста как отличную (индекс пробы Кверга составляет $111,26 \pm 7,22$ балла и $108,34 \pm 7,38$ балла соответственно), подростков – как хорошую ($102,25 \pm 8,15$ балла и $100,78 \pm 6,43$ соответственно). Отмечается более высокий уровень адаптированности сердечно-сосудистой системы борцов обеих возрастных групп к разнохарактерной нагрузке по сравнению с легкоатлетами.

Список литературы

1. Абзалов, Н.И. Особенности частоты сердечных сокращений, ударного объема крови и минутного объема кровообращения в онтогенезе / Н.И. Абзалов, Р.Р. Абзалов // Теория и практика физической культуры. 2009. № 10. С. 17-19.
2. Абызов, Т.В. Комплексная оценка уровня здоровья студентов вуза, занимающихся спортом / Т.В. Абызова, А.В. Шаров // Теория и практика физической культуры. 2009. № 12. С. 68.
3. Белоногова, Е.Н. Сравнительный анализ влияния различных форм двигательной активности на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции у школьников младших классов / Е.Н. Белоногова // Теория и практика физической культуры. 2008. № 4. С. 7-11.
4. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. М.: Советский спорт, 2005. 311 с.
5. Белоцерковский, З.Б. Электрическая активность сердца и физическая работоспособность у спортсменов / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Г.А. Койдинова // Теория и практика физической культуры. 2009. № 1. С. 12- 19.

Сведения об авторах

Дорохов А. В. – студент факультета физической культуры Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: fizvoss@bk.ru.

Дорохов Е. В. – студент факультета физической культуры Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: fizvoss@bk.ru.

Рудин М.В. – кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры и спорта Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: fizvoss@bk.ru.

FEATURES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF WRESTLERS AND ATHLETES OF DIFFERENT AGES

M.V. Rudin, A.V. Dorokhov, E.V. Dorokhov

Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky

In the course of the study, changes in the hemodynamic parameters of athletes were revealed, and the adaptive potential of the cardiovascular system of wrestlers and athletes was studied. When using the Ruthier and Querg samples, an assessment was made of tolerance to dynamic load and adaptation to a variety of cardiovascular loads of wrestlers and athletes.

Key words: cardiovascular system, young men, hemodynamics, Raffer test, Querg test.

References

1. Abzalov, N.I. Peculiarities of heart rate, stroke volume of blood and minute volume of blood circulation in ontogenesis / N.I. Abzalov, R.R. Abzalov // Theory and practice of physical culture. 2009. No. 10. С. 17-19.
2. Abyzov, T.V. Comprehensive assessment of the health level of university students engaged in sports / T.B. Abyzova, A.V. Sharov // Theory and practice of physical culture. 2009. No. 12. P. 68.
3. Belonogova, E.N. Comparative analysis of the influence of various forms of motor activity on the functional parameters of the cardiovascular system and vegetative regulation in schoolchildren of lower grades / E.N. Belonogova // Theory and practice of physical culture. 2008. No. 4. P. 7-11.
4. Belotserkovsky Z.B. Ergometric and cardiological criteria of physical performance in athletes / Z.B. Belotserkovsky. – Moscow: Soviet Sport, 2005. 311 p.
5. Belotserkovsky, Z.B. Electrical activity of the heart and physical ability in athletes / Z.B. Belotserkovsky, B.G. Lyubina, G.A. Koidinova // Theory and practice of physical culture. 2009. No. 1. P. 12-19.

About authors

Rudin M.V. – Candidate of Education, Head of Department of Theory and Methodology of Physical culture and Sport, Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky, e-mail: fizvoss@bk.ru.

Dorokhov A.V. – student of the Faculty of Physical training, Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky, e-mail: fizvoss@bk.ru.

Dorokhov E.V. – student of the Faculty of Physical training, Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky, e-mail: fizvoss@bk.ru.

УДК 581.9

**РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА С УЧАСТИЕМ *HIPPORHAE RHAMNOIDES* L.
(*ELEAGNACEAE*) В ГОРОДЕ БРЯНСКЕ****А.В. Севастьянова, Ю.А. Семенищенков**

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

В настоящей статье дается характеристика неаборигенным растительным сообществам, сформированным инвазионным видом *Hipporhae rhamnoides* L. в городе Брянске. На основе метода Ж. Браун-Бланке с применением дедуктивного подхода к классификации установлены дериватные сообщества двух типов.

Ключевые слова: инвазионные виды, синтаксономия, *Hipporhae rhamnoides* L., Брянск.

Введение. *Hipporhae rhamnoides* L. (*Eleagnaceae*) – древовидный колючий кустарник или небольшое дерево высотой от 0,7 до 12 м. В Южном Нечерноземье России это растение является инвазионным, культивируется как ценная плодовая культура, легко дичает и формирует спонтанные неаборигенные сообщества [1, 2, 6]. Происхождение облепихи связано с Восточной Азией. Географическое место возникновения этого вида – побережье моря Тетис [8]. Это экологически пластичный вид, что делает возможным его распространение практически во всех природных зонах Северного полушария. На территории России облепиха произрастает во многих районах, образуя большие по площади насаждения [9].



Рис. 1. Обрастание облепихой обочины дороги.
Г. Брянск, Володарский район. Фото Е. А. Севастьяновой.

H. rhamnoides широко встречается в Брянской области и неоднократно отмечалась в флористических сводках по региону. П. З. Босек [1] приводит ее для склонов оврагов и берегов рек в области; повсеместно – в садово-парковых культурах. Как ценное лекарственное растение отмечают для садов и парков области облепиху А.Д. Булохов и

Э.М. Величкин [2]. Как уточняет Н. Н. Панасенко [6], облепиха встречается в Брянской области в садах, парках, дичает, встречаясь вдоль дорог у дачных участков, в карьерах, на песчаных берегах рек, по склонам железнодорожных насыпей. Отмечается в составе пионерных псаммофитных сообществ класса *Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika et Novák 1941, возникающих на вскрытых песках на речных террасах, а также в сорно-рудеральных сообществах [7] (рис. 1–3).

В настоящей статье дается характеристика неофитным растительным сообществам, сформированным инвазионным видом *Hippophae rhamnoides* L. в городе Брянске.

Материалы и методы. Ценопопуляции *H. rhamnoides* в городской черте Брянска выявлены в 2015–2016 гг. В обнаруженных местонахождениях произведено геоботаническое описание растительных сообществ с участием данного вида для выявления его фитоценотических связей [4]. Описание произведено на площадях стандартных размеров: 100 м², форма которых определяется границами фитоценозов.

При описании выявлялся полный флористический состав сообществ. Обилие-покрытие видов дано по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке [10]: «г» – очень редко, 1–4 особи: «+» – особи разрежены и покрывают до 1 % площадки; «1» – особи многочисленны, но покрывают менее 5 % площадки или довольно разрежены, но с такой же величиной покрытия; «2» – покрыто 5–25 % площадки; «3» – 25–50 %; «4» – 50–75 %; «5» – более 75 % площадки. В тексте и таблице названия видов выделены курсивом, названия синтаксонов – жирным курсивом. Создание геоботанической таблицы проведено с использованием программного средства Indicator для MS Excel [3].

Разработана классификация описанных сообществ методом Ж. Браун-Бланке [10] с использованием понятия «дериватное сообщество», применяемого для синантропной растительности [13]. Установлены и охарактеризованы дериватные сообщества двух типов. Произведен анализ их ценофлор, позволивший выявить отличия в условиях местообитаний сообществ.

Экологическая оценка местообитаний синтаксонов дана методом оптимумных экологических шкал Н. Ellenberg et al. [11] с использованием программного средства Indicator для MS Excel [4].

Названия сосудистых растений даны по П.Ф. Маевскому [5], мохообразных – по Игнатову и др. [12].

Результаты исследования. Растительные сообщества с участием облепихи описаны в двух локалитетах в г. Брянск. Анализ геоботанических описаний позволяет выделить два типа сообществ, которые различаются по экологическим условиям местообитаний. Ниже приводится их описание.

1. Разбитые пески и песчаные отвалы у озера-старицы р. Десна в районе памятника артиллеристам. Сформировались на сухих псаммофитных субстратах при строительстве забора на территории завода «Брянский Арсенал» (рис. 3).

Для сообществ характерно участие псаммофильных олиготрофных видов растений: *Artemisia campestris*, *Ceratodon purpureus*, *Koeleria glauca*, *Polytrichum piliferum* и др.

Эти сообщества выделены в дериватное сообщество *Oenothera biennis-Hippophae rhamnoides* (табл., описания 1–8; рис. 3). *Oenothera biennis* – постоянный компонент таких сообществ – является индикатором достаточно бедных сухих почв. Отмечены здесь и другие инвазионные виды, которые активно распространяются по нарушенным субстратам: *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Populus balsamifera*.

2. Обочины автодороги в окрестностях озера Мутное. Почвы – смытые суглинки с навезенным песком и щебнем, вскрытые при строительстве автодороги.

Биотопы этих сообществ характеризуются более сырыми и мезотрофными субстратами, которые отличает присутствие мезофильных и даже нитрофильных видов: *Arctium lappa*, *Persicaria hydropiper*, *Urtica dioica* и др. Эти сообщества выделены в дериватное сообщество *Persicaria hydropiper-Hippophae rhamnoides* (табл., описания 9–13).



Рис. 2. Заращение облепихой склонов оврага.
Г. Брянск, п. Большое Полпино. Фото Е. А. Севастьяновой.



Рис. 3. Заращение облепихой песчаных отвалов.
Г. Брянск, окрестности завода «Брянский Арсенал». Фото Ю. А. Семенищенкова.

Сообщества обоих типов характеризуются похожей структурой. Кустарниковый ярус формирует доминант – облепиха, образующая сплетенные ветвями заросли, обычно непроходимые. Высота растений – 1,5–3,0 м. Облепиха в период олиствления создает сильное затенение, что упрощает структуру травяного яруса. Его проективное покрытие

обычно низкое – 5–10%. Только в отдельных сообществах имеется выраженный травяной покров с покрытием 20% (табл.). Моховой ярус не выражен, в сообществах присутствуют лишь отдельные виды мхов. Видовой состав растительных сообществ приведен в табл.

Видовое богатство сообществ низкое – 8–14 видов, что связано с существенным затенением наземного покрова растениями облепихи.

Растительные сообщества в изучаемых местообитаниях нарушаются человеком: происходит антропогенный облом ветвей у растений облепихи, отмечен смыв с автодороги, засоление реагентами, используемыми в зимний период на автодороге.

Полученные сведения о разнообразии сообществ с участием *Hippophae rhamnoides* будут использованы в мониторинге спонтанных городских насаждений и при наблюдении за дальнейшей натурализацией данного инвазионного вида.

Список литературы

1. Босек П. З. Растения Брянской области. Брянск, 1975. 464 с.
2. Булохов А. Д., Величкин Э. М. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская области). Изд. 2-е, перераб. и доп. Брянск: Изд-во БГУ, 1998. 380 с.
3. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А. Компьютерная программа INDICATOR и методические указания по ее использованию для экологической оценки местообитаний и анализа флористического разнообразия растительных сообществ (Учебное пособие для студентов естественно-географических, биологических и лесохозяйственных факультетов вузов). РИО БГУ, 2006. 30 с.
4. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А., Панасенко Н. Н., Харин А. В. Фитоценотические связи как критерий сохранения редких видов региональной флоры // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. 2016. № 1 (7). С. 10–22.
5. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е испр. и доп. изд-е. М.: Тов. науч. изд. КМК, 2014. 635 с.
6. Панасенко Н. Н. Флора города Брянска. Брянск: Группа компаний «Десяточка», 2009. 133 с.
7. Семенищенков Ю. А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400 с.
8. Сосновский Д. И. Семейство *Eleagnaceade* Linde. Материалы для флоры Кавказа. Вып. 28. Юрьев, 1910. 108 с.
9. Терехина Н. В. *Hippophae_rhamnoides* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Hippophae_rhamnoides_K/index.html. Дата обращения: 2.02.2017.
10. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien; N.-Y., 1964. 865 P.
11. Ellenberg H. et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner, D. Paulßen. 2 Aufl. – Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG, 1992. 258 S.
12. Ignatov, M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 1–130.
13. Kopečský K., Hejný S. A new approach to the classification of antropogenic plant communities. Vegetatio. 1974. Vol. 29 P. 17–20.

Сведения об авторах

Севастьянова А.В. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Семенищенков Ю.А. – доктор биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: yuricek@yandex.ru

PLANT COMMUNITIES WITH PARTICIPATION OF *HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L. (*ELEAGNACEAE*) IN THE CITY OF BRYANSK

A.V. Sevast'anova, Yu.A. Semenishchenkov

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

In the paper the characteristic of neophyte plant communities formed by invasive species *Hippophae rhamnoides* L. in the city of Bryansk is done. By the Braun-Blanquet approach with use of «deductive» method to classification the derivative communities of two types are established.

Keywords: *invasive species, syntaxonomy, Hippophae rhamnoides* L., Bryansk.

References

1. Bosek P. Z. Plants of the Bryansk region. Bryansk, 1975. 464 p.
2. Bulokhov A. D., Velichkin E. M. Determinant of plants of the South-West Nechernozemye of Russia. 2th edition. Bryansk, 1998. 380 p.
3. Bulokhov A. D., Semenishchenkov Yu. A. Computer program INDICATOR and Булохов А. Д., Семенищенко Ю. А. Computer program INDICATOR and methodical instructions for its use for an ecological assessment of habitats and analysis of a floristic variety of plant communities (Manual for students of natural and geographical, biological and forestry and landscape faculties of higher education institutions). Bryansk, 2006. 30 p.
4. Bulokhov A. D., Semenishchenkov Yu. A., Panasenko N. N., Kharin A. V. Phytocoenotic connections as criteria of a conservation state of rare species of regional flora // Bulletin of the Bryansk department of the Russian botanical society. – 2016. – № 1 (7). P. 10–22.
5. Maevsky P.F. Flora of the Middle part of the European part of Russia. M., 2014. 536 p.
6. Panasenko N.N. Flora of the city of Bryansk. Bryansk, 2009. 134 p.
7. Semenishchenkov Yu.A. Phytocoenotic diversity of the Sudost'-Desna interfluve. Bryansk, 2009. 400 p.
8. Sosnovsky D. I. Family *Eleagnaceade* Linde. Materials to the flora of Caucas. Ed. 28. Yur'ev, 1910. 108 p.
9. Terekhina N. V. *Hippophae_rhamnoides* [Electronic resource] / http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Hippophae_rhamnoides_K/index.html. Date of address: 2.02.2017.
10. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien; N.-Y., 1964. 865 P.
11. Ellenberg H. et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner, D. Paulßen. 2 Aufl. Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG, 1992. 258 S.
12. Ignatov, M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 1–130.
13. Kopečky K., Hejný S. A new approach to the classification of antropogenic plant communities. Vegetatio. 1974. Vol. 29 P. 17–20.

About authors

Sevast'anova A. V. – graduate student, Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

Semenishchenkov Yu. A. – Doctor of Biology, Associate Professor, Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky, e-mail: yuricek@yandex.ru

[illegible]

[illegible]

Номера описаний	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	A	B
<i>Elytrigia repens</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	I	II
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	II
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	II
<i>Vicia sepium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	III

Обозначения синтаксонов: **A** – дериватное сообщество *Oenothera biennis-Hippophae rhamnoides*, **B** – дериватное сообщество *Persicaria hydropiper-Hippophae rhamnoides*. Серой заливкой выделены диагностические виды синтаксонов.

В таблице классы постоянства видов даны по 5-балльной шкале: I – вид встречен в 1–20% описаний, II – 21–40%, III – 41–60%, IV – 61–80%, V – 81–100%.

УДК 591.3 :636.5 +636.58

ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОЙ МОРФОЛОГИИ ПЕЧЕНИ БРОЙЛЕРОВ КРОССА «СМЕНА-7»

Е.В. Зайцева, М.Н. Первушова, Н.Н. Первушова

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

В статье представлены результаты исследования морфологии печени бройлеров кросса «Смена-7» в норме и при применении биологически активных веществ. Особое внимание уделяется влиянию препаратов на динамику абсолютной и относительной массы и макрометрических показателей.

Ключевые слова: морфология, печень, бройлер кросс «Смена-7».

Введение. Интерес представляет исследования, направленные на выяснение морфофункциональных структур при применении биологических активных веществ на органы пищеварения и организма птиц. Функциональная активность и структура печени изменяются с возрастом и в разное время суток, и чутко реагирует на изменения внешних и внутренних условий [4, 5].

Печень относится к числу самых сложных по своему строению и функциям органов, и немаловажно какой-либо один или два теста, обеспечивающие адекватную информацию о ее морфологии и многогранных функциях биологических активных веществ, применяемых для всех видов животных и птиц, для повышения естественной резистентности, профилактики и лечения инфекционных и инвазионных заболеваний, при интоксикациях в послеоперационный период, для повышения оплодотворяемости, при интенсивном росте, при подготовке животных к выставкам, соревнованиям и транспортировкам [1, 3].

Результаты исследования. При применении биологических активных веществ, увеличение абсолютной массы происходило гетерохронно с возрастом во всех периодах и фазах дефинитивного развития печени у бройлеров кросса «Смена-7», самую высокую абсолютную массу имела правая доля, затем медиальная часть левой доли и самой легкой являлась латеральная часть левой доли (рис.1).

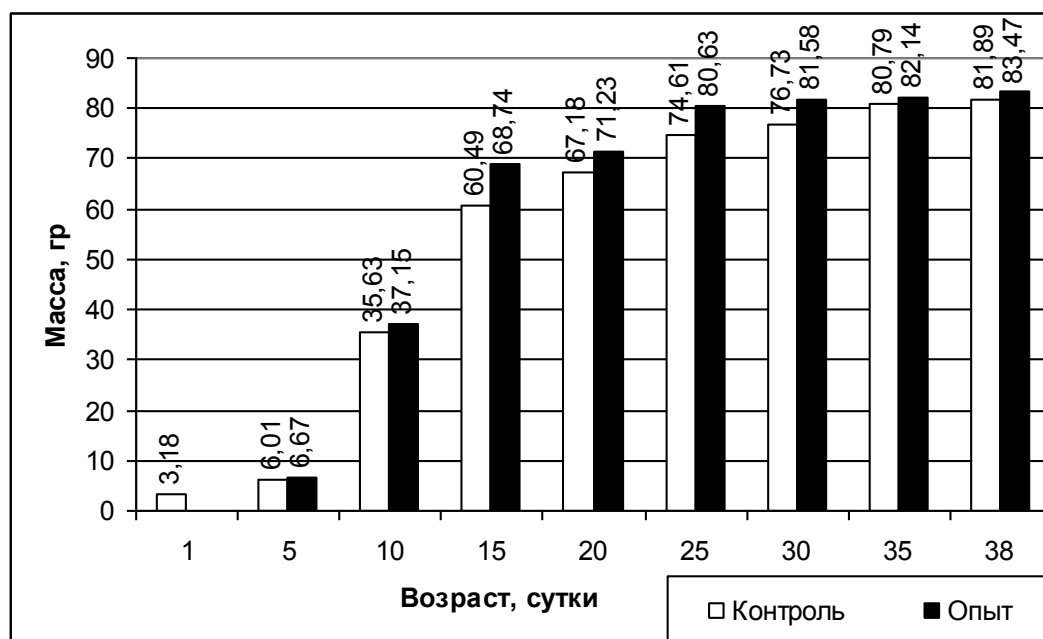


Рис. 1. Абсолютная масса печени у бройлеров кросса «Смена – 7» при применении биологических активных веществ от 1 до 38 суток.

Относительная масса правой доли и медиальной части левой доли печени у бройлеров при применении биологических активных веществ, по отношению к массе печени в целом, от 1 до 38 суток, в исследуемые возрастные периоды увеличивалась, а относительная масса латеральной части левой доли печени с возрастом птицы уменьшалась.

Относительная масса правой доли печени у суточных цыплят в контрольной группе составила 9,16%, медиальной части левой доли – 26,41%, а латеральной части левой доли – 20,34%, в опытной группе составила 52,60%, медиальной части левой доли – 28,31%, а латеральной части левой доли – 22,47%; у 38-суточных птиц контрольной группы относительная масса правой доли печени составила 61,64%, медиальной части левой доли – 29,45%, а латеральной части левой доли – 6,23%, опытной группы относительная масса правой доли печени составила 63,46%, медиальной части левой доли – 31,01%, а латеральной части левой доли – 6,72%.

При применении биологических активных веществ у бройлеров кросса «Смена-7» выражено гетерохронное увеличение морфометрических показателей (длины, ширины и толщины) печени на протяжении всего исследования от 1-суточного до 38-суточного возраста.

В контрольной группе, в стартовый период, у суточных бройлеров, длина печени составила $2,02 \pm 0,05$ см, на 38 сутки, длина печени составила $8,08 \pm 0,54$ см, что в 4 раза больше, чем у суточных цыплят; ширина печени, у суточных цыплят, составила $1,19 \pm 0,12$ см, у 38-суточных цыплят-бройлеров – $4,55 \pm 0,10$ см, что 3,82 раза больше ширины печени суточных цыплят; толщина печени у суточных цыплят, составила $0,68 \pm 0,03$ см, у 38-суточных цыплят-бройлеров – $3,14 \pm 0,14$ см, что 4,61 раза больше толщины печени суточных цыплят (рис. 2).

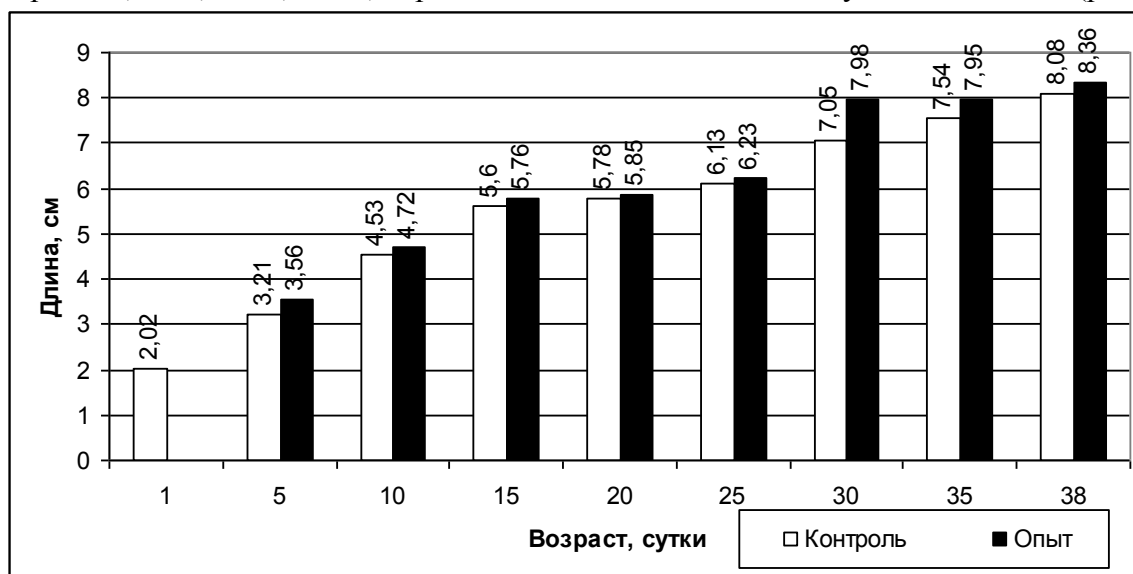


Рис. 2. Динамика длины печени бройлеров кросса «Смена-7» при применении биологических активных веществ.

В опытной группе, в стартовый период, у суточных цыплят, длина печени составила $2,03 \pm 0,05$ см, на 38 сутки, длина печени составила $8,36 \pm 0,29$ см, что в 4,11 раза больше, чем у суточных цыплят; ширина печени, у суточных цыплят, составила $1,19 \pm 0,12$ см, у 38-суточных цыплят-бройлеров – $4,70 \pm 0,10$ см, что 3,94 раза больше ширины печени суточных цыплят; толщина печени у суточных цыплят, составила $0,68 \pm 0,03$ см, у 38-суточных бройлеров – $3,23 \pm 0,14$ см, что 4,75 раза больше толщины печени суточных цыплят.

Разница между морфометрическими показателями печени цыплят-бройлеров в соседних возрастных периодах являлась статистически достоверной.

В результате нашего исследования, о влиянии биологических активных веществ на организм птиц, установлено, что у бройлеров кросса «Смена-7», у всех особей наиболее

крупной из долей являлась правая доля, поэтому параметры длины и толщины правой доли печени равнялись параметрам длины и толщины печени в целом.

Ширина правой доли печени, в стартовый период, у суточных цыплят, составила $1,18 \pm 0,12$ см, на 38 сутки, ширина составила $4,61 \pm 0,06$ см, что в 3,9 раза больше чем у суточных цыплят.

В контрольной группе, в стартовый период, у суточных цыплят, длина, ширина и толщина медиальной части левой доли печени составила $1,82 \pm 0,03$ см, $0,98 \pm 0,03$ см и $0,64 \pm 0,04$ см, соответственно. В конце периода развития, на 38 сутки, длина медиальной части левой доли печени составила $6,45 \pm 0,66$ см, что в 3,5 раза больше длины медиальной части левой доли печени у суточных цыплят; ширина составила $3,47 \pm 0,28$ см, что в 3,5 раз больше ширины медиальной части печени суточных цыплят, толщина составила $1,54 \pm 0,31$ см, что в 2,4 раз больше толщины медиальной части печени суточных цыплят.

В опытной группе, в стартовый период, у суточных цыплят, длина, ширина и толщина медиальной части левой доли печени имела одинаковый показатели с контрольной группой. В конце периода развития, на 38 сутки, длина медиальной части левой доли печени составила $6,75 \pm 0,05$ см, что в 3,71 раза больше длины медиальной части левой доли печени у суточных цыплят; ширина составила $3,86 \pm 0,26$ см, что в 3,89 раза больше ширины медиальной части печени суточных цыплят, толщина составила $1,79 \pm 0,04$ см, что в 2,84 раза больше толщины медиальной части печени суточных цыплят.

Выводы. В результате нашего исследования установлено, что у бройлеров кросса «Смена-7» при применении биологических активных веществ, длина, ширина и толщина медиальной части левой доли печени увеличилась в возрастном аспекте в большей степени, так длина в 0,03 раза, ширина в 0,12 раза, толщина в 0,21 раза.

В опытной группе цыплят, в конце периода развития, на 38 сутки, длина латеральной части левой доли печени составила $3,15 \pm 0,04$ см, что в 3,21 раза больше, чем у суточных цыплят, ширина составила $2,28 \pm 0,07$ см, что в 4,22 раза больше, чем у суточных цыплят, толщина составила $0,98 \pm 0,03$ см, что в 2,80 раза больше, чем у суточных цыплят.

В результате нашего исследования установлено, что у цыплят бройлеров кросса «Смена-7» при применении биологических активных веществ, длина, ширина и толщина латеральной части левой доли печени увеличилась в возрастном аспекте в большей степени, так длина в 0,13 раза, ширина в 0,11 раза, толщина в 0,23 раза.

Список литературы

1. Глаголев, П.А. Анатомия сельскохозяйственных животных с основами гистологии и эмбриологии / П. А. Глаголев, В. И. Ипполитова / Под ред. И. А. Спирюкова, В. Ф. Вракина. 4-е изд. перер. и доп. М.: Колос, 1997. С. 319-322.
2. Комаров, А. В. Анатомическое вскрытие и изучение особенностей строения тела домашних птиц / А. В. Комаров. Елгава: Латв. СХА, 1981. 19 с.
3. Сердюков, К.А. Возрастные особенности организма бройлеров в постинкубационном онтогенезе // Сердюков К.А., Зайцева Е.В., Харлан А.Л. и др. / Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований. 2014. № 1 (5). С. 77-82.
4. Тельцов, Л. П. Органогенез позвоночных животных / Тельцов Л. П., Музыка Л. Л., Столяров В. А. // Росс. морфол. ведомости. 1995. № 2. С.77-82.
5. Харлан, А.Л. Критические периоды развития внутренних органов сельскохозяйственной птицы // Харлан А.Л., Крикливый Н.Н., Тельцов Л.П. / Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины Крымский агротехнологический университет. Серия: Ветеринарные науки. 2012. № 148. С. 52-58.

Сведения об авторах

Зайцева Е.В. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского, e-mail: z_ev11@mail.ru.

Первушова М.Н. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Первушова Н.Н. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

PECULIARITIES OF THE AGE MORPHOLOGY OF THE LIVER OF CROSS BROODS "SMENA-7"

E.V. Zaitseva, M.N. Pervushova, N.N. Pervushova

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

The article presents the results of a study of the morphology of the liver of cross-broilers "Smena-7" in norm and with the use of biologically active substances. Particular attention is paid to the effect of drugs on the dynamics of absolute and relative mass and macrometric indicators.

Key words: morphology, liver, cross broiler "Smena-7".

References

1. Glagolev, P.A. Anatomy of agricultural animals with the basics of histology and embryology / P.A. Glagolev, V.I. Ippolitova / Ed. I.A. Spirukova, V.F. Vrakina. 4 th ed. Per. And additional. Moscow: Kolos, 1997. P. 319-322.
2. Komarov, A.V. Anatomical opening and study of the structure of the body of domestic birds / A.V. Komarov. Jelgava: Latv. SCA, 1981. 19 p.
3. Serdyukov, K.A. Age features of the broiler organism in post-incubation ontogenesis // Serdyukov K.A., Zaitseva E.V., Harlan A.L. / Yearbook of the Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Research. 2014. No. 1 (5). P. 77-82.
4. Teltsov, L.P. Organogenesis of Vertebrate Animals / Teltsov L.P., Music L.L., Stolyarov V.A., Ross. Morphol. Statements. 1995. № 2. P.77-82.
5. Kharlan, A.L. Critical periods of development of internal organs of agricultural birds // Kharlan A.L., Krikliy N.N., Teltsov L.P. / Scientific works of the Southern Branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine Crimean Agrotechnological University. Series: Veterinary sciences. 2012. No. 148. P. 52-58.

About authors

Zaitseva E. V. – Doctor of Biological Sciences, professor, Bryansk State University, e-mail: z_ev11@mail.ru.

Pervushova M.N. – graduate student, Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

Pervushova N.N. – graduate student, Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky.

**ТРЕБОВАНИЯ
К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ
ПУБЛИКАЦИИ В РЕЦЕНЗИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОННОМ НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ БРЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»
(«УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ БГУ»)**

Требования к содержанию статей.

В журнале «Ученые записки БГУ» публикуются статьи теоретического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов), ранее нигде не опубликованный и не переданный в редакции других журналов. Материал исследований должен содержать научную новизну и/или иметь практическую значимость. К публикации принимаются только открытые материалы на русском, английском или немецком языках. Статьи обзорного, биографического характера, рецензии на научные монографии и т.п. пишутся, как правило, по заказу редколлегии журнала.

Требования к объему статей.

Полный объем статьи, как правило, не должен превышать 1 Мб, включая иллюстрации и таблицы.

Общие требования к оформлению статей.

Статьи представляются в электронном виде, подготовленные с помощью текстового редактора Microsoft Word (Word 97/2000, Word XP/2003) и разбитые на страницы размером А4. См. образец с настроенными стилями.

Все поля страницы – по 2 см, верхний и нижний колонтитулы – по 1,5 см. Текст набирается шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал - одинарный, красная строка (абзац) - 1,25 см, выравнивание по ширине, включен режим принудительного переноса в словах. Страницы не нумеруются.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующее упоминание в конце статьи.

К статье должна быть приложена авторская справка, содержащая следующую информацию по каждому автору: фамилию, имя, отчество (при наличии), научную степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес места работы (домашний адрес указывать недопустимо), контактный телефон – рабочий или сотовый (домашний телефон указывать недопустимо), e-mail, согласие на обработку указанных данных и размещение их в журнале. См. образец авторской справки.

В статье следует использовать только общепринятые сокращения.

Редакция не принимает к рассмотрению рукописи статей, оформленные не по установленным правилам.

Требования к структуре статей.

Статья формируется из отдельных структурных составляющих в следующей последовательности:

- 1) первая строка: номер УДК (стиль «УДК»);
- 2) вторая строка: название статьи (стиль «Название»);
- 3) пропустив одну строку: фамилии и инициалы авторов (стиль «Автор»);
- 4) наименование организации(й), которую представляют авторы (стиль «Организация»);
- 5) пропустив одну строку: аннотация на русском языке (стиль «Аннотация»);
- 6) ключевые слова (стиль «Ключевые слова»);
- 7) пропустив одну строку: основной текст статьи (стиль «Текст») с иллюстрациями (стиль «Подписуночная надпись») и таблицами (стили «Номер таблицы» и «Название таблицы»);
- 8) пропустив одну строку: список литературы (стили «Список литературы» и «Источники»);
- 9) пропустив одну строку: сведения об авторах (стили «Об авторах» и «Сведения»);

- 10) пропустив одну строку: название статьи на английском языке (стиль «Название»);
- 11) пропустив одну строку: фамилии и инициалы авторов на латинице (стиль «Автор»);
- 12) наименование организации(й), которую представляют авторы, на латинице (стиль «Организация»);
- 13) пропустив одну строку: аннотация на английском языке (стиль «Аннотация»);
- 14) ключевые слова на английском языке (стиль «Ключевые слова»);
- 15) пропустив одну строку: список литературы на английском языке (стиль «Список литературы» и «Источники»);
- 16) пропустив одну строку: сведения об авторах на английском языке (стили «Об авторах» и «Сведения»).

Указанные структурные составляющие статьи являются обязательными.

Требования к оформлению структурных составляющих статей.

Аннотация на русском языке, в которой отражается краткое содержание статьи, должна иметь объем, как правило, не более 8 строк. Аннотация на английском языке должна содержать не менее 100-250 слов, быть информативной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований) и оригинальной (не быть калькой аннотации на русском языке).

Количество ключевых слов на русском и английском языках не должно превышать 15 слов (для каждого языка).

Оптимальной считается следующая структура статьи: «Введение» с указанием актуальности и цели научной работы, «Постановка задачи», «Результаты», «Выводы или заключение», «Литература», «Приложение». В «Приложении» при необходимости могут приводиться математические выкладки, не вошедшие в основной текст статьи и иной вспомогательный материал). В тексте статьи допускается использование систем физических единиц СИ (предпочтительно) и/или СГСЭ. В обязательном порядке статья должна завершаться выводами или заключением.

Все иллюстрации и таблицы – не редактируемые файлы в формате jpg, которые должны быть вставлены в текст. Дополнительно иллюстрации прилагаются отдельными файлами в формате jpg. Рисунки встраиваются в текст через опцию «Вставка-Рисунок-Из файла» с обтеканием «В тексте» с выравниванием по центру страницы без абзацного отступа. Иные технологии вставки и обтекания не допускаются. Все рисунки и чертежи выполняются четко, в формате, обеспечивающем ясность понимания всех деталей; это особенно относится к фотокопиям и полутонным рисункам. Рисунки, выполненные карандашом, не принимаются. Рисунки, выполненные в MS Word, недопустимы. Язык надписей на рисунках (включая единицы измерения) должен соответствовать языку самой статьи. Поясняющие надписи следует по возможности заменять цифрами и буквенными обозначениями, разъясняемыми в подписи к рисунку или в тексте. Авторов, использующих при подготовке рисунков компьютерную графику, просим придерживаться следующих рекомендаций: графики делать в рамке; штрихи на осях направлять внутрь; по возможности использовать шрифт Times New Roman; высота цифр и строчных букв должна соответствовать высоте букв в тексте статьи.

Формулы должны быть набраны только в редакторе формул (Microsoft Equation). Высота шрифта 12 pt, крупных индексов – 8 pt, мелких индексов – 5 pt, крупных символов – 18 pt, мелких символов – 12 pt. Формулы, внедренные как изображение, не допускаются! Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, от промежуточных выкладок желательно отказаться. Векторные величины выделяются прямым полужирным шрифтом. Все сколько-нибудь громоздкие формулы выносятся на отдельные строки. Формулы должны быть вставлены по центру в таблицу с невидимыми контурами, состоящей из двух колонок. Левая широкая колонка используется для размещения самой формулы, а правая узкая колонка – для номера формулы. Номер формулы ставится в скобках и располагается по

центру ячейки таблицы. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки в тексте статьи.

В список литературы включаются только те источники, на которые в тексте статьи имеются ссылки. Желательно шире использовать иностранные источники. Список формируется либо в порядке цитирования, либо в алфавитном порядке (вначале источники на русском языке, затем на иностранных языках). Ссылки на литературу по тексту статьи необходимо давать в квадратных скобках. Библиографические описания цитируемых источников в списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на работы, находящиеся в печати, не допускаются. Список литературы должен быть продублирован на латинице (см. Написание русских символов латиницей). Рекомендации по представлению ссылок в списке литературы на латинице, удовлетворяющего требованиям поисковых систем международных баз данных, – см. Представление источников на латинице.

Сведения об авторах должны включать следующую информацию (на русском и английском языках): фамилию и инициалы автора, ученую степень и ученое звание (при их наличии), должность с указанием места работы (полное название организации, без сокращения), адрес электронной почты. В англоязычном варианте желательно (но не обязательно) также привести дополнительную информацию, в частности, указать дату рождения, назвать законченные учебные заведения и полученные в них научные степени или квалификацию, указать область научных интересов и др.

Требования к составу присылаемого в редакцию комплекта документов.

В комплект документов, присылаемых в редакцию журнала, должны входить:

1) файл с расширением .doc, содержащий полностью подготовленную к публикации согласно вышеперечисленным требованиям журнала статью (включая размещенные в ее тексте рисунки), название которого складывается из фамилий всех авторов (например, «Иванов И.И., Петров П.П.doc»);

2) файлы с расширением .jpg, содержащие по одному рисунку статьи, название которых соответствует номерам рисунков (например, «Рисунок 01.jpg»);

3) файлы с расширением .pdf, содержащие по одной авторской справке с подписью автора, название которых соответствует фамилии автора (например, «Иванов И.И.doc»).

К статьям, выполненными аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если научный руководитель не входит в число соавторов данной статьи).

Каждая статья в обязательном порядке проходит процедуру закрытого рецензирования. Порядок рецензирования установлен документом «Порядок рецензирования рукописей». По результатам рецензирования редколлегия оставляет за собой право либо вернуть автору статью на доработку, либо отклонить ее публикацию в журнале.

Редакция журнала оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

В опубликованной статье указывается дата поступления рукописи статьи в редакцию. В случае существенной переработки рукописи статьи указывается дата получения редакцией окончательного текста статьи.

Статьи публикуются бесплатно.

Все материалы отправлять по адресу:

241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д.20, каб. 101

Телефон: +7 (4832) 666-758

E-mail: enibgu@mail.ru

Изменения и дополнения к правилам оформления статей можно посмотреть на официальном сайте журнала: <http://www.scim-brgu.ru>

**СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
БРЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА.
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ**

Учредитель и издатель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации выдано
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Эл № ФС77-62799 от 18.08.2015

Адрес учредителя:

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»
241036, г. Брянск, Бежицкая, 14

Адрес редакции и издателя:

РИО ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»
241036, г. Брянск, Бежицкая, 20

Дата размещения сетевого издания в сети Интернет на официальном сайте <http://scim-brgu.ru> – 09.06.2017