

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО
И СПЕЦИАЛЬНОГО ЗНАНИЯ
В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

Сборник научных трудов
по материалам междисциплинарной научно-практической
конференции студентов и молодых ученых,
посвященной 105-летию кафедры высшей математики и физики

Горки, 26–27 июня 2024 г.

Горки
БГСХА
2025

УДК [37:51]:63(06)

ББК 74я73

A43

Редакционная коллегия:

В. В. Великанов (гл. ред.), А. В. Колмыков, Ю. Н. Дуброва,
В. В. Масич, Т. Б. Воронкова, С. В. Курзенков,
М. И. Папсуева (отв. секретарь)

Рецензенты:

кандидат педагогических наук, доцент *С. Ю. Масич*;
кандидат технических наук, доцент *О. В. Гордеенко*

A43

Актуальные вопросы современного естественно-научного и специального знания в учреждениях образования сельскохозяйственного профиля : сборник научных трудов по материалам междисциплинарной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, посвященной 105-летию кафедры высшей математики и физики / редкол.: В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2025. – 135 с. ISBN 978-985-882-563-8.

Представлены доклады участников междисциплинарной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, отражающие вопросы истории физики и математики, а также методики преподавания естественно-научных и специальных дисциплин в учреждениях образования сельскохозяйственного профиля.

Статьи печатаются в авторской редакции с минимальной технической правкой.

УДК [37:51]:63(06)

ББК 74я73

ISBN 978-985-882-563-8

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2025

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ: ОТ ИСТОКОВ К ЮБИЛЕЯМ

Введение

Осенью 2024 г. кафедре физики исполняется 100 лет, а кафедре высшей математики – 105 лет. С 2018 г. после объединения кафедры высшей математики с кафедрой физики эти кафедры продолжают свой путь как кафедра высшей математики и физики.

С момента объединения по 14.01.2024 г. кафедрой возглавлял кандидат технических наук, доцент Е. Н. Крючков. В настоящее время кафедру возглавляет доктор педагогических наук, профессор В. В. Масич.

Каждая из объединенных кафедр имела свою историю.

В 1919 г. в Горьком сельскохозяйственном институте были образованы кафедра анализа бесконечно малых чисел (заведующий – И. К. Богоявленский) и кафедра аналитической геометрии (заведующий – В. И. Киркор). В 1934 г. произошло их объединение в кафедру высшей математики (заведующие: Ф. А. Турбин, 1934–1941; Ю. Л. Поморский, 1947–1954; Е. П. Касперович, 1954–1958; Ю. М. Юзефович, 1958–1961; И. Ф. Полунин, 1961–1967; Е. И. Кузьменков, 1967–1968; А. И. Назаров, 1968–1978; Е. Д. Каштанов, 1978–1988; И. А. Веремчук, 1988–1994; Е. Н. Крючков, 1994–2018).

Кафедра физики была образована в 1924 г. (заведующие: Н. П. Мышкин, 1924–1929; Н. Н. Кавцевич, 1929–1949; С. С. Бобов, 1949–1954; С. В. Сафонов, 1954–1957; Е. М. Иоффе, 1957–1972; А. П. Авдеенко, 1972–1984; П. Д. Калитухо, 1984–1994; М. В. Захаревич, 1994–2010; С. И. Козлов, 2010–2018).

За последние годы в различных изданиях сотрудниками опубликовано более 230 научно-методических статей, 5 монографий, 53 тезиса докладов, получены 17 авторских свидетельств на полезные модели и 4 патента на изобретение. На кафедре подготовлено 8 работ на республиканский конкурс студенческих работ. По результатам исследований студентами опубликовано 38 статей, из них 10 за рубежом.

В настоящее время на кафедре ведется научное исследование по инициативной теме: «Формирование продуктивно-творческой компетентности у студентов инженерных специальностей в процессе профессиональной подготовки». Ответственный – заведующий кафедрой, профессор, доктор педагогических наук В. В. Масич.

Также на кафедре функционирует студенческий научный кружок «История развития физико-математической мысли», руководителем которого является кандидат педагогических наук, доцент О. М. Астахова.

Сотрудники кафедры принимают активное участие в региональных и международных научно-методических конференциях. Все преподаватели кафедры активно используют прогрессивные методы обучения и контроля знаний студентов.

Кафедра осуществляет свою деятельность по следующим основным направлениям:

проведение всех видов учебных занятий по основным формам обучения в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»;

- участие в разработке образовательного стандарта и учебных планов по специальностям академии, разработка учебных программ по дисциплинам, преподаваемым на кафедре;

- организация методического и материального обеспечения учебного процесса, подготовка учебных пособий и учебно-методических материалов по проведению всех видов учебных занятий;

- организация проведения научно-исследовательской работы студентов;

- повышение квалификации научно-педагогических кадров и учебно-вспомогательного персонала;

- проведение научных исследований;

- участие в организации и проведении приема в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»;

- проведение профориентационной работы среди учащейся и рабочей молодежи.

УДК 53(091)

Бир Д. К., студент 2-го курса МСФ

РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В СРЕДНЕВЕКОВЬЕ

Научный руководитель – В. В. Масич, д-р пед. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, история физики, Средневековье, естествознание.

Аннотация. В статье раскрываются особенности становления естествознания в период Средневековья, упадок науки как по объективным, так и по субъективным причинам. Но в то же время показано и накопление критической массы знаний как предпосылки научной революции.

Keywords: Physics, History of Physics, the Middle Ages, Natural Science.

Summary. The article reveals the peculiarities of the formation of Natural Science in the Middle Ages, the decline of science for both objective and subjective reasons. But at the same time, the accumulation of a critical mass of knowledge is also shown as a prerequisite for a Scientific Revolution.

Европа во время развития арабской культуры (VII–XI вв.) пережила первую фазу феодализма. Религиозное мышление было основной формой идеологической жизни Средневековья. Социальные выступления в эпоху Средневековья переходили в форму религиозных ересей.

С XII в. в развитии феодального общества наступает новый этап. Европейская культура вошла в соприкосновение с восточной культурой, были открыты новые географические факты, усвоены изобретения арабов. С этого времени начинается распространение университетов в Европе. Обучение в университетах носило схоластический характер – чтение и комментирование авторитетов.

Богословие подчиняло себе всю университетскую науку. Большое значение в схоластической науке имеет спор о так называемых «универсалах», т. е. об общих понятиях. Возникают два направления «реалисты» и «номиналисты». Реалисты учили, опираясь на высказывания Платона, что общие понятия, идеи существуют реально, а конкретные вещи представляют собой кажущиеся призраки, обусловленные обманом чувств. Номиналисты учили, что общие понятия – только названия, значки, а реально существуют отдельные конкретные вещи. Для объяснений явлений природы и свойств тел схоласты приписывали им таинственные силы или качества, получившие название «скры-

тых» или «потаенных» качеств, сущность которых не может быть выяснена. Спрятанные в телах они являются последними и независимыми причинами явлений.

Возникло обучение о двух истинах, одним из апологетов которого был номиналист Вильгельм Окаш (1270–1347):

– истина Божественная недовидна и открывается в Священном Писании;

– истина, обрываемая работой разума, не нуждается в своем обосновании у богословов (в авторитетах).

Признавая формально приоритет богословия, учение о двух истинах стремилось выволить науку из-под непосредственного контроля богословия.

В конце VIII в. языческие авторы и особенно Аристотель получают доступ на университетскую кафедру. Космогония и физика Аристотеля были канонизированы. Это сыграло свою реакционную роль в развитии физической науки, но вместе с тем сам факт появления древних авторов в университетах способствовал пробуждению интереса к античной науке и подготовил почву для будущего возрождения наук.

Формальное университетское образование не могло ответить на все вопросы средневекового человека. Под сильным влиянием Востока зарождается и формируется внеуниверситетская «наука»: магия, алхимия, астрология. В период позднего Средневековья (XV–XVI вв.) в Великом шествии были процессы против колдунов и ведьм (Альберт Великий (1193–1220), описавший в своих произведениях порох и компас, признавался великим магом).

Рассматривая в целом весь комплекс духовной жизни средневекового общества: схоластику, магию, астрологию, надо признать, что духовная жизнь Средневековья представляла шаг назад по сравнению с античной наукой и искусством. Но все же более высокий уровень производительных сил, наметившийся в эпоху высочайшего рассвета феодализма, создавал предпосылки для предстоящего рассвета науки и искусства. В VIII – начале IX в. вошли в употребление очки. Дальнейшее развитие механического искусства привело к изобретению механических колесных часов (без маятника).

Следует отметить результаты накопленного научного знания арабами. Арабы усвоили античное наследие, сплавив его с достижениями индусской и китайской культуры. Естественно, что астрономия, механика и оптика были именно теми отраслями, в которых арабская наука получила наиболее существенные результаты.

В оптике значительных результатов добился Альгазен. Он окончательно порывает с теорией зрительных лучей (Птолемей еще держался этой теории). Его интересует вопрос физиологии зрения. Альгазен рас-

смаатривает плоские, цилиндрические, конические, сферические зеркала. В вопросе о преломлении света Альгазен дополняет наблюдения Птолемея. Ему также известно увеличительное действие шарового сегмента (плосковыпуклые линзы). Альгазен определил высоту атмосферы по величине сумерек.

О механике арабов можно судить по произведениям Альгацини «Книга о весах мудрости». С помощью этих рычагов Альгацини добился странных результатов в определении удельного веса. Установил зависимость удельного веса воды от температуры. Также он указывает, что закон Архимеда о потере веса тел в жидкости применим к воздуху, что вес тела пропорционален количеству вещества (массе), и что скорость измеряется отношением пути ввремя.

Средневековая физика развивается под арабским влиянием. Одним из первых импортеров арабской учености был Гербет. Ему приписывается ряд изобретений (колесные часы, паровой орган и т. д.).

Рожер Бэкон (1214–1292) в своих оптических работах опирается на Альгазена. Он был первым, кто измерил фокусное расстояние и обнаружил сферическую аберрацию. Ему принадлежит идея возможности построения зрительной трубы. Наконец, Бэкон упоминает камеры-обскуры.

Оптикой древних и арабов занимается также монах Витело, открывший закон обернутости световых лучей при преломлении.

Теодорик составляет оптический тракт, в котором дает первый очерк теории радуги.

В области механики следует отметить работы, относящиеся к кинематике. В XIV в. некоторые ученые начинают задумываться над законами равноускоренного движения. Следует отметить, что средневековые ученые исследовали движение абстрактно, вне связи с изучением падения тел.

Другие области физики в период от VII до XIV в. не развивались.

В XV в. начинается процесс распада феодального общества в следствии роста производительных сил и развития товарооборота. Начинается новая эра в развитии науки в целом и естествознания в частности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даннеман, Ф. История естествознания / Ф. Даннеман. – Т. 1. – М.: МЕДГИЗ, 1932. – 432 с.
2. Олейник, Р. В. История физики: метод. пособие / Р. В. Олейник, Ю.Н. Лымарева, В. В. Масич. – Славянск: СДПУ, 2005. – 106 с.
3. Розенбергер, Ф. История физики в четырех книгах / Ф. Розенбергер. – Кн. 1: История физики в древности и в средние века. – Пер. с нем. Кн. 1. – Изд.-во «Стереотип», – 2013. – 152 с.

УДК 53(091)

Гайков В. С., студент 2-го курса МСФ

ОТКРЫТИЯ НАТУРФИЛОСОВ В АНТИЧНОСТИ

Научный руководитель – В. В. Масич, д-р пед. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, история физики, натурфилософия, естествознание, античность.

Аннотация: В статье проанализированы открытия натурфилософов в период античности, где прослеживается бурный рост человеческой мысли и зарождение физики как элемента натурфилософии. В это время физические знания получают методами априорного познания, что заложило фундамент развития физики в будущем на основе познания апостериори.

Keywords: Physics, History of Physics, the Middle Ages, Natural Science Natural Philosophy, Antiquity.

Summary: The article analyzes the discoveries of natural philosophers in the period of antiquity, where the rapid growth of human thought and the emergence of physics as an element of natural philosophy can be traced. At this time, physical knowledge is obtained by methods of a priori cognition, which laid the foundation for the development of physics in the future on the basis of knowledge a posteriori.

Первый этап развития философской мысли охватывает хронологически период примерно от VII до IV в. до н. э. Эта эпоха начинается Фалесом и ионической школой и заканчивается Аристотелем. В течение этого периода вырабатываются общие точки зрения на окружающий мир, основные понятия, мышление, исследуются законы мышления и методы познания. Именно в указанный период ставятся вопросы о природе материи и духе, о материальном мире и законах его развития, о строении Вселенной, о природе пространства и времени, о природе движения, о природе света и т. д. Возникают такие мощные натурфилософские концепции, как атомистика Демокрита и натурфилософия Аристотеля. Именно в этот период подвергается анализу природа абстракций и их взаимоотношений с конкретной действительностью (Сократ, Платон, Аристотель). В истории науки этот период имеет огромное значение. Собственно говоря, именно в этот период люди учились мыслить и понимать природу и себя.

Следующий этап охватывает период III в. до н. э. и далее до разложения античного общества. В указанный период достигают вершины своего развития геометрия (Евклид), статика (Архимед), астрономия

(Аристарх, Гипарх, Птолемей) и прикладная механика (Герон, Витрувий, Пап). Из выдающихся натурфилософов в эту эпоху стоит указать на Эпикура и Лукреция Кара, развивающих атомистику Демокрита. В этот период большого значения достигло строительное искусство, военная и морская техника.

Открытия, основные идеи философов античности

Ученый	Открытия, основные идеи
1	2
Фалес Милецкий (624–547)	Начало сведений по электричеству и магнетизму. Все сущее развивалось из Единой материи – воды. Праматерия обладает неистребимостью, меняются только ее качества при преобразованиях
Анаксимандр (610–546)	Единство материального мира, в основе которого неопределенная материя – «апейрон». Идея эволюции: «Человек произошел от рыбы и вышел из воды на сушу»
Анаксимен (585–524)	Первоначальное вещество – воздух: «из него выходит все, у него возвращается обратно все». Духовное начало материального
Анаксагор (500–428)	Обучение о «семени» всех вещей и движущем начале» «Нус» (дух) придав элементам материи вращательное движение, в результате которого образовалась Земля и все вещи. Мир – сфера
Эмпедокл (492–432)	Существование 4 элементарных элементов: огонь, воздух, вода и земля. Все разнообразие вещей понимается сочетанием 4 различных элементов, а причиной изменения в природе является действие притягательных и отталкивающих сил. Ввел начало сохранения: «ничто не может произойти из ничего, и никак не может то, что есть, уничтожиться»
Левкипп и Демокрит (460–370)	<p>Все состоит из атомов. Основные принципы, идеи: из ничего не происходит ничего. Ничто существующее не может быть разрушено. Все изменения происходят благодаря соединению разложения частей.</p> <p>Ничто не происходит случайно, но все происходит по какому-либо основанию и с необходимостью.</p> <p>Не существует ничего, кроме атомов и чистого пространства, все остальное только взгляд.</p> <p>Атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме. Бесчисленные миры образуются и снова исчезают, они рядом с другим и один после другого.</p> <p>Различие между вещами происходит от различия их атомов в числе, величине, форме и порядке, количественного различия между атомами не существует. В атоме нет никаких внутренних состояний. Они действуют друг на друга только путем столкновения и удара.</p> <p>Душа состоит из тонких, гладких и круглых атомов, похожих на атомы огня. Эти атомы наиболее подвижны и движения их, проникающие в тело, совершают все живые явления</p>

1	2
Гераклит (594–475)	Единственное начало – огонь. Обучение о непрерывном развитии мира, основа которого – вечно живой огонь. Все истинно, во всем есть доля истины
<i>Элейская школа</i>	
Кинофан (580–488) Парменид (V в. до н. э.) Зенон (V в. до н. э.)	1. «Бытие есть, небытие нет, потому что его ни помыслить, ни выразить нельзя». Отрицание небытия влечет отрицание пустоты и признание вечности и неизменности Вселенной, (мир вечный неизменен и неподвижен) 2. Критикуют чувственные ощущения и показывают обманчивость наших чувств 4 апории Зенона: «Дихотомия», «Ахиллес и черепаха», «Стрела», «Стадии» – 1=1/2
Аристотель (384–322)	1. Вещи построены из материи, материя – это только «возможность». 2. Второе активное начало: «форма для преобразования» возможности в действительность. 3. Превращение материи в вещь, возможности – в действительность достигается путем третьего начала – «движения», 4 причины вещей: <ul style="list-style-type: none"> • причина материальная (из чего); • причина формальная (откуда исходит первое начало перемены и покоя); • причина действующая; • конечная причина (ради чего) движение рассматривается в 3 обстоятельствах: что движется, в чем и когда. 4. Признает объективное существование пространства и существование вещей в пространстве: пространственные отношения – это материальные отношения, нет материальных тел, нет и пространства. 5. Время не есть движение, но и не существует без движения. Время есть ни что иное, как число движения применительно к предыдущему и следующему. Время считанное число. 6. Существование 4 первичных противоположных качеств: тепло и холод, сухость и влажность. Парным сочетанием этих качеств и образуются первичные элементы – теплый и сухой огонь, теплый и влажный воздух, холодная и влажная вода, холодная и сухая земля. Эти элементы и образует все разнообразие вещей видимый мир. Наряду с этими элементами есть еще 5 начало – эфир. Эфир – это небесное начало. Небо противопоставляется земле. Небесная материя вечна и неразрушима

Наивные первобытные представления греков о мире, как целом, содержали в себе глубокое зерно истины и в этом существенный смысл и значение античной философии. В области точных наук за древними остается заслуга в разработке геометрии, астрономии и ста-

тики. Были сделаны первые шаги и в области геометрической оптики; другие разделы не вышли из состояния зародышевых, отрывочных эмпирических сведений. Таким образом, физика на первом этапе ее развития была философией природы и статикой. Ее метод был методом отвлеченных рассуждений, основанных на первичном наблюдении, на непосредственном созерцании. Ее теории являли догадки и часто были фантастическими построениями.

Этим и определяется характер античной физики рабовладельческого общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даннеман, Ф. История естествознания / Ф. Даннеман. – Т. 1. – М.: МЕДГИЗ, 1932. – 432 с.
2. Олейник, Р. В. История физики: метод. пособие / Р. В. Олейник, Ю. Н. Лымарева, В. В. Масич. – Славянск: СДПУ, 2005. – 106 с.
3. Розенбергер, Ф. История физики в четырех книгах / Ф. Розенбергер. – Кн. 1: История физики в древности и в средние века. – Пер. с нем. Кн. 1. – Изд-во «Стереотип», 2013. – 152 с.

УДК 53(091)

Жуков З. Ю., студент 2-го курса МСФ

КОСМОГОНИЯ АНТИЧНЫХ МЫСЛИТЕЛЕЙ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ

Научный руководитель – В. В. Масич, д-р пед. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, история физики, натурфилософия, естествознание, космогония, античность.

Аннотация. В статье показаны открытия мыслителей античности в области космогонии проанализированы и структурированы открытия натурфилософов в период античности.

Keywords: Physics, History of Physics, the Middle Ages, Natural Science, Natural Philosophy, Antiquity, Cosmogony, Antiquity.

Summary. The article shows the discoveries of ancient thinkers in the field of cosmogony, analyzes and structures the discoveries of natural philosophers in the period of antiquity.

Концепции античных философов в становлении современного миропонимания и, в частности, современного понимания космоса внесли

неоценимый вклад. Закономерно эти концепции оказали влияние на ход развития изучения астрономии и физики. После появления философских школ философы пытались дать ответ на сложные системные вопросы и объяснить как для себя, так и для других происхождение мира, космоса и место человека в нем. Чтобы объяснить и познать окружающий мир, нужно прийти к поиску первоначала. Чем занимается «Космогония» – учение о происхождении космических тел и их систем [4]. Массив знаний, полученный из наблюдений небосвода, не давали понимания развития космоса. Но в будущем появились два основных направления – материализм (материальное) и идеализм (идеальное), которые повлияли на античную, средневековую и современную картину космоса.

Изучением структуры и изменений в современной Вселенной занимается – «Космология» (греч. – учение о мире) – раздел физики, изучающий Вселенную в больших масштабах и включающий в себя учение о структуре и эволюции всей охваченной астрономическими наблюдениями видимой части Вселенной» [1].

В таблице в хронологической последовательности приведены открытия античных философов, которые стали фундаментом в развитии физики и астрономии в будущем.

Космогония античных мыслителей

Ученый	Открытия, основные идеи
1	2
Эвдокс Книдский (408–355)	Поставил задачу найти кинематику планет, исходя из гипотезы, что в основе должно лежать идеальное сферическое движение. Ему принадлежит движение окружности Земли 6 400 000 стадий
Аполоний Пергейский	Предложил теорию эпициклов. Планета движется по круговой орбите, центр которой, в свою очередь, описывает круг вокруг Земли
Гипарх (160–125)	Создал более точный каталог неподвижных звезд, определил точно продолжительность года (365 дн. 5 ч 55 мин), на 6 мин больше действительного). Открыл процесс полярной оси. Повторил определение расстояния Земли от Луны. Впервые стал определять географические координаты (широту и долготу)
Птоломей (147–70)	Развил до конца систему эпициклов. В центре Вселенной – Земля, окруженная последовательно водой, воздухом и огнем. Вокруг Земли обращаются в последовательном порядке: Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн, затем сфера неподвижных звезд

1	2
Арштарх (около 250 лет до н. э.)	Первый начал попытку определить расстояние Луны и Солнца от Земли. Солнце и неподвижные звезды находятся в покое, а Земля движется по кругу возле Солнца, помещенного в центре этого круга
Ератосфен	Определил радиус земли
Архимед (287 до н.э. – 212 лет до н. э.)	Изобретение механических аппаратов: прибор для измерения видимого диаметра Солнца и знаменитая «сфера», водоподъемник. Знаменитые исследования о центрах веса и рычаге, в тесной связи с которыми находились и его математические работы. Изучение баланса жидкостей
Ктезибий	Изобрел водяные часы с указателем, водяной орган
Герон (около 120 лет до н. э.)	Существование пустых промежутков между частицами огибает упругость, смешивание различных жидкостей, расширяемость тел от нагревания и т. д. воздуха – тело из достаточно легких и подвижных частиц. Объяснение действия сифона. Впервые использовал движущую силу тепла. Прибор «эолипила» – тепловой двигатель
Евклид (300 л. до н. э.)	Основатель геометрической оптики. Оптика изложена в трактатах: «Оптика» и «Катоптрика». Впервые формулируется основной закон геометрической оптики, закон прямолинейного распространения света. Изучается отражение света – открытие закона отражения
Клеомед (150 л. н. э.)	Подробное описание преломления (опыт с кольцом) в произведении «Циклическая теория метеоров». Сведения об изменении угла при переходе света из более плотной среды в менее плотную
Птолемей	Опытное исследование преломления света, однако не нашел закон преломления

Изучив основные элементы развития космогонии в исследованиях древних греков, можно с уверенностью сказать, что современная астрономия, физика и другие естественные и точные науки стоят на плечах «гигантов» эпохи античности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/physics/text/2101733> (дата обращения: 11.04.2024).
2. Даннеман, Ф. История естествознания / Ф. Даннеман. – Т. 1. – М. МЕДГИЗ, 1932. – 432 с.
3. Киреев, И. Д. Влияние античных космологических концепций на современную науку / И. Д. Киреев // Молодой ученый. – 2021. – № 18 (360). – С. 503–505. – URL: <https://moluch.ru/archive/360/80502/> (дата обращения: 11.04.2024).
4. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка: 72500 слов и 7500 фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова; Российская АН, Ин-т рус. яз., Российский фонд культуры. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Азъ, 1994. – 907 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001701223> (дата обращения: 11.04.2024).

УДК 629.78(09)

Дёмин Д. А., студент 1-го курса МСФ

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ

Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: космос, ракетодинамика, ракета, полет, посадка.

Аннотация. В статье изложены исторические аспекты основы теории ракет на жидком топливе, родоначальником которых являлся К.Э. Циолковский. Им впервые в мире была решена задача посадки космических аппаратов на поверхности планет, лишенных атмосферы.

Keywords: space, rocket dynamics, rocket, flight, landing.

Summary. The article outlines the historical aspects of the basis of the theory of liquid fuel rockets, the founder of which was K.E. Tsiolkovsky. For the first time in the world, he solved the problem of landing spacecraft on the surface of planets without an atmosphere.

Развитие космонавтики является приоритетным направлением в развитии любой страны, в частности и Беларуси. Поэтому интересным является проследить историю развития космонавтики, ее настоящее и будущее.

Отцом советской космонавтики считают Константина Эдуардовича Циолковского, он родился в 1857 г. в селе Ижевском Рязанской губернии в семье лесничего. В десятилетнем возрасте он заболел скарлатиной, потерял слух и не смог учиться в школе. В 1879 г., сдав экстерном экзамены, он стал учителем арифметики и геометрии и был назначен в Боровское уездное училище Калужской губернии. В 1892 г. К. Э. Циолковский переехал в Калугу. Здесь он преподавал физику и математику, а все свободное время посвящал исследованиям реактивного движения. Никто в то время еще не знал, что в Калуге сделаны величайшие открытия в теории движения ракет (ракетодинамика). Лишь в 1903 г. К. Э. Циолковскому удалось опубликовать часть статьи «Исследование мировых пространств реактивными приборами», в которой он доказал возможность их применения для межпланетных сообщений. В этой статье и последовавших ее продолжениях он заложил основы теории ракет и жидкостного ракетного двигателя, а также им впервые была решена задача посадки космического аппарата на поверхность

планет, лишенных атмосферы. В последующие годы (1926–1929) он разработал теорию многоступенчатых ракет, рассмотрел влияние атмосферы на полет ракеты и вычислил запасы топлива, необходимого для преодоления ракетой сил сопротивления воздушной оболочки Земли. К. Э. Циолковский – признанный основоположник теории межпланетных сообщений.

В практической реализации космических идей следует отметить Сергея Павловича Королева. Он родился 12 января 1907 г. в г. Житомире в семье учителя русской словесности П. Я. Королева. С. П. Королев с детства стал увлекаться самолетами и аэропланами. Однако его особенно увлекали полеты в стратосфере и принципы реактивного движения. В сентябре 1931 г. С. П. Королев в возрасте 24 лет и талантливый энтузиаст в области ракетных двигателей Ф. А. Цандер, которому тогда было уже 44 года, добиваются создания группы изучения реактивного движения (ГИРД): в апреле 1932 г. она становится по существу государственной научно-конструкторской лабораторией по разработке ракетных летательных аппаратов, в которой создаются и запускаются первые отечественные жидкостные баллистические ракеты (БР) ГИРД-09 и ГИРД-10.

13 мая 1946 г. было принято решение о создании в СССР отрасли по разработке и производству ракетного вооружения с жидкостными ракетными двигателями. В соответствии с этим же постановлением предусматривалось объединение всех групп советских инженеров по изучению немецкого ракетного вооружения Фау-2, работавших в Германии, в единый научно-исследовательский институт «Нордхаузен», директором которого был назначен генерал-майор Л. М. Гайдуков, а главным инженером-техническим руководителем – С. П. Королев. Параллельно с изучением и испытаниями ракеты V-2 С. П. Королев, назначенный главным конструктором баллистических ракет, с группой сотрудников разработал ракету на жидком топливе Р-1; в мае 1949 г. состоялось несколько пусков геофизических ракет такого типа. В те же годы были разработаны ракеты Р-2, Р-5 и Р-11. Все они были приняты на вооружение и имели различные модификации. В середине 1950-х гг. в КБ С. П. Королева была создана знаменитая Р-7 – двухступенчатая ракета, которая обеспечила достижение первой космической скорости и возможность вывода на околоземную орбиту летательных аппаратов массой в несколько т. Эта ракета (с ее помощью были выведены на орбиту первые три спутника) затем была модифицирована и превращена в трехступенчатую (для вывода «лунников» и полетов с человеком).

Первый спутник был запущен 4 октября 1957 г., через месяц – второй с собакой Лайкой на борту, а 15 мая 1958 г. – третий с большим количеством научной аппаратуры. С 1959 г. С. П. Королев руководил программой исследований Луны. В рамках этой программы к Луне было направлено несколько космических аппаратов, в том числе аппаратов с мягкой посадкой.

12 апреля 1961 г. «Восток» унес на орбиту первого в истории космонавта – Юрия Гагарина. Пилот по каналам связи через несколько минут вращения сообщил, что все процессы в норме. Полет длился 108 мин, за это время Гагарин принимал сообщения с Земли, вел радиорепортаж и бортжурнал, контролировал показания бортовых систем, осуществлял ручное управление (первые пробные попытки). Аппарат с космонавтом приземлился недалеко от Саратова, причиной посадки в незапланированном месте стали неполадки в процессе разделения отсеков и отказ тормозной системы. При жизни Королева на его космических кораблях в космосе побывало еще десять советских космонавтов.



Первая в мире женщина-космонавт Валентина Владимировна Терешкова (позывной – «Чайка») совершила полет 16 июня 1963 г. А. А. Леонов 18 марта 1965 г. на КК «Восход-2» осуществил выход в открытый космос. Королевым и группой координируемых им организаций были созданы космические аппараты серий «Венера», «Марс».

Утром 27 марта 1968 г. в 10:18 самолет МиГ-15УТИ под управлением Владимира Серегина и Юрия Гагарина взлетел с подмосковного аэродрома Чкаловский в Щелково. На выполнение назначенного задания было выделено не менее 20 мин, но в 10:31 Юрий Гагарин сооб-

шил на Землю о том, что задание окончено и попросил разрешения развернуться и лететь на аэродром. После этого связь с экипажем пропала. Вскоре стало ясно, что у самолета должно было закончиться топливо, поэтому на поиски машины были подняты вертолеты. В результате трехчасовых поисков, около 14:50 по московскому времени, в 65 км от аэродрома Чкаловский были обнаружены обломки самолета МиГ-15УТИ. На следующее утро на место происшествия прибыли члены Государственной комиссии. Обнаружили останки Владимира Серегина и Юрия Гагарина, которые были опознаны их сослуживцами и родственниками. Также обнаружили личные вещи двух летчиков, включая бумажник с водительскими правами и фотографией Королева, кусок летной куртки Гагарина с его талонами на питание.

Заключение. Можно отметить следующие основные исторические вехи развития ракетной и космической техники:

1. К. Э. Циолковский заложил основы теории ракет на жидкостно-ракетном двигателе, впервые в мире решил задачу посадки космического аппарата на поверхность планет, лишенных атмосферы. Разработал теорию многоступенчатых ракет, рассмотрел влияние атмосферы на полет ракеты и вычислил запасы топлива, необходимого для преодоления ракетой сил сопротивления воздушной оболочки Земли.

2. Созданием первых космических кораблей руководил Сергей Павлович Королев. Он с группой сотрудников разработал ракету на жидком топливе Р-1, знаменитую Р-7 – двухступенчатая ракета, которая обеспечила достижение первой космической скорости и возможность вывода на околоземную орбиту летательных аппаратов массой в несколько т и другие ракеты, которые обеспечили СССР первенство в космической гонке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия космонавтика. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 398 с. – URL: <https://yadi.sk/d/WWdeK-UyBLMm6> (дата обращения: 30.04.2024).

2. Сергей Павлович Королёв. К 90-летию со дня рождения. – URL: <http://www.korolev-s-p.ru/sp1.htm> (дата обращения: 30.04.2024).

3. Голованов, Я. К. Королев и Циолковский. – РГАНТД. – URL: http://old.rgandtd.ru/vzal/korolev/pics/006_008.pdf (дата обращения: 30.04.2024).

4. Космонавт Коваленок Владимир Васильевич. – URL: <https://spacegid.com/kosmonavt-kovalenok-vladimir-vasilevich.html> (дата обращения: 30.04.2024).

УДК 629.78(09)

Аксёнова А. В., студентка 1-го курса МСФ

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ БЕЛОРУССКОЙ КОСМОНАВТИКИ

Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: космос, развитие космонавтики, космонавт, полет.

Аннотация. В статье изложены исторические аспекты развития белорусской космонавтики как приоритетное направление в развитии страны. Приводятся исторические факты развития космонавтики в Республике Беларусь, ее настоящее и будущее.

Keywords: space, development of astronautics, astronaut, flight.

Summary. The article outlines the historical aspects of the development of the Belarusian cosmonautics as a priority direction in the development of the country. The historical facts of the development of astronautics in the Republic of Belarus, its present and future are presented.

Развитие космонавтики является приоритетным направлением в развитии любой страны, в частности и Беларуси. Поэтому интересным является проследить историю развития космонавтики, ее настоящее и будущее.

История белорусской космонавтики связана с такими выдающимися именами, как Климук Петр Ильич и Владимир Васильевич Ковалёнок.

Климук Петр Ильич (позывной – «Кавказ-1») – известный советский космонавт, совершивший три полета за пределы Земли в статусе командира корабля. Дважды герой СССР, участник программы «Интеркосмос», в рамках которой осуществил орбитальный полет в составе советско-польского экипажа. Совершил множество технологических и медико-биологических исследований. Первый космонавт, рожденный в Беларуси.

Петр Ильич появился на свет в разгар войны 10 июля 1942 г. в селе Комаровка, находящемся недалеко от белорусского города Бреста. Его родители Илья Федорович и Марфа Павловна имели свое крестьянское хозяйство и воспитывали троих детей. Когда мальчику было три года погибает отец, после чего его воспитанием занималась мать. В 1959 г.

Петр получил школьный аттестат в селе Томашевка и далее продолжил образование в школе первоначальной подготовки пилотов, расположенной в Кременчуге.

Следующим местом обучения будущего космонавта оказалось Высшее военное училище в Чернигове, которое он окончил с красным дипломом. Затем он некоторое время проходил службу в подразделениях советской авиации. В 1965 г. Петр попал в отряд космонавтов (группа ВВС № 3) и завершил весь цикл общекосмических тренировок, а также приобрел навыки пилотирования советских кораблей «Союз».

Первый полет. Впервые Климук отправился в экспедицию на околоземную орбиту на корабле «Союз-13» в конце 1973 г. На него возложили функции командира, а бортинженером назначили Валентина Лебедева. Нахождение в космосе длилось без малого 8 суток, за это время было совершено 128 витков вокруг нашей планеты.

После возвращения домой Петр Климук возобновил тренировочный процесс в Центре подготовки космонавтов и мог дальше выполнять долговременные задачи на станции «Салют». В 1975 г. он дважды назначался в качестве резервиста при полете «Союза-17» и в провальном старте «Союза-18-1».



Петр Климук

Второй полет. Для работы на «Салюте-4» Климук как командир вновь полетел в мае 1975 г., вместе с ним отправился бортинженер В. Севастьянов. На орбите они находились 63 дня, занимаясь изучением влияния длительного нахождения в космическом пространстве на

организм человека. После окончания полета Петр Ильич продолжал обучение в ВВА им. Ю. А. Гагарина, которую вскоре заочно окончил.

Третий полет. В 1976 г. советские власти запустили программу «Интеркосмос», которая предполагала привлечение для полетов на околоземную орбиту граждан из социалистических государств. Им предстояло отправиться в космос на пилотируемых кораблях «Союз» и работать на станции «Салют-6». В итоге для подготовки к экспедиции были отобраны по 2 представителя от каждой страны. Первыми из них стали космонавты Чехословакии, ПНР и Китая – именно в таком порядке они отправились на орбиту.

Это был последний полет Климука. В последующие годы он работал заместителем начальника Центра подготовки космонавтов, а также избирался депутатом ВС СССР и народным депутатом Советского Союза в 1989–1991 гг.

Вторым космонавтом из Беларуси стал Владимир Васильевич Коваленок (позывной – «Фотон-1»). Родился 3 марта 1942 г. в селе Белое, которое находилось недалеко от столицы Беларуси. В 1959 г. будущий космонавт Коваленок окончил среднюю школу с серебряной медалью, после чего покинул Минскую область и поступил на обучение в Высшее авиационное училище в Саратовской области, в городе Балашов. Завершив высшее образование, в 1964 г. пошел на службу в авиацию.

С 1969 г. по 1977 г. Владимир Васильевич выполнял обязанности оператора связи с космическими экипажами, позже – проходил подготовку на роль командира экипажа для нескольких миссий. Последняя из них представляла собой 1-ю экспедицию на космическую станцию «Салют-6».

Первый полет. 9 октября 1977 г. космический аппарат «Союз-25» с командиром Коваленком и бортовым инженером Рюминым стартовал с Земли. Задача космонавтов состояла в проведении стыковки со станцией «Салют-6». По завершению космического полета Владимир Васильевич получил звание полковника.

Второй полет. 15 июня 1978 г. с Байконура стартовал КК «Союз-29», экипаж которого в лице командира В. Коваленка и бортового инженера А. Иванченкова представлял вторую космическую экспедицию на «Салют-6». Успешно проведя стыковку со станцией, космонавты перешли на борт «Салют-6». Проведя на ее борту более 130 суток, космонавт Коваленок успел поучаствовать в выполнении ряда технических задач, среди которых прием трех грузовых космических кораблей серии «Прогресс», двух пилотируемых международных кораблей

«Союз-30» (советско-польский) и «Союз-31» (советско-немецкий), а также выход в космическое пространство, который продлился 2 ч и 20 мин. Экипаж КК «Союз-29» вернулся на Землю 2 ноября 1978 г. на аппарате «Союз-31».

Выполнение данной миссии повлекло за собой получение Владимиром Васильевичем двух почетных званий: Летчик-космонавт СССР и Герой Советского Союза.

В 1980–1981 гг. космонавт Коваленок проходил подготовку в качестве члена дублирующего экипажа для проведения основной экспедиции на космическую станцию. Однако в феврале 1981 г. был назначен на роль командира основного экипажа. Причиной послужило то, что станция «Салют-6» требовала проведение ремонтных работ, и комиссией было решено отправить на ДОС опытного космонавта, уже бывавшего там ранее.

Третий полет Владимира Коваленка состоялся 12 марта 1981 г. на космическом аппарате «Союз Т-4». В составе команды был и бортовой инженер Виктор Савиных. Кроме требуемых ремонтных работ, экипажем корабля «Союз Т-4» были также приняты две международные экспедиции: «Союз-39» (советско-монгольская) и «Союз-40» (советско-румынскую). Более 70 дней пребывая на орбите Земли, космонавт Коваленок 26 мая 1981 г. вернулся обратно домой.

После завершения космической карьеры дважды Герой Советского Союза до 2002 г. продолжал службу. В марте 1988 г. стал заместителем начальника кафедры ВА ГШ ВС России, в 1990 г. – начальником центрального НИИ Минобороны РФ, а в 1992 г. – Военно-воздушной инженерной академии. С 2001 г. Коваленок Владимир Васильевич является Президентом Федерации космонавтики России. Кроме того, за свою жизнь выдающийся космонавт опубликовал ряд сочинений, множество публикаций, из которых не менее 60 – научные работы на тему космоса и военного дела.

Белоруска Марина Василевская станет первой белорусской космонавтом, а также первым космонавтом в суверенной истории своей страны. Корабль «Союз МС-25» должен был отправиться к Международной космической станции (МКС) 21 марта 2024 г. Однако запуск отменили в последнюю минуту, потому что сработала автоматика, сообщает РБК. Во время трансляции было объявлено, что произошла автоматическая отмена пуска. «Подготовиться к стоянке на 24 ч», – прозвучала команда в трансляции «Роскосмоса». Вторая попытка запуска ракеты-носителя с кораблем «Союз МС-25» с Байкону-

ра планируется в субботу 23 марта. Корабль «Союз МС-25» должен доставить на МКС экипаж 21-й экспедиции посещения. В состав экипажа входят космонавт «Роскосмоса» Олег Новицкий, белорусская участница космического полета Марина Василевская и бортинженер, астронавт NASA Трейси Дэйсон. Дублером Новицкого выступает космонавт Иван Вагнер, а Василевской – ее соотечественница Анастасия Ленкова. В рамках миссии корабля запланировано семь экспериментов, включая пять научно-исследовательских и еще два образовательных, сообщил заместитель начальника управления аэрокосмической деятельности Национальной академии наук Беларуси Иван Буча.

«На текущий момент в нее входит семь экспериментов, пять из которых научно-исследовательских и два образовательных. Со стороны Беларуси принимают участие четыре научные организации. Это будут эксперименты в области медицины, биологии, физиологии, дистанционного зондирования Земли. Кстати, на МКС находится фото- и видеоаппаратура для исследования земной поверхности с использованием белорусских разработок, которая также будет использоваться в одном из экспериментов», – рассказал Буча.

После двухнедельной экспедиции на станции Новицкий и Василевская вернутся 2 апреля на «Союзе МС-24» с астронавткой NASA Лорал О'Харой. Миссия американки Дэйсон продолжится до сентября, после чего она вернется на Землю вместе с космонавтами «Роскосмоса» Олегом Кононенко и Николаем Чубом.



Олег Новицкий

Марина Василевская

Марина Василевская родилась в Минске в 1990 г. Она работает бортпроводником-инструктором в белорусской авиакомпании «Бела-

виа» последние шесть лет. Летает в составе экипажей воздушных судов Boeing и Embraer.

До работы бортпроводником Василевская 15 лет профессионально занималась балльными танцами. В свободное время занимается дизайном интерьеров, аэробикой, игрой в бадминтон и теннис. Увлекается садоводством: выращивает овощи и зелень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия космонавтика. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 398 с. – URL: <https://yadi.sk/d/WWdeK-UyBLMm6> (дата обращения: 06.05.2024).
2. Сергей Павлович Королёв. К 90-летию со дня рождения. – URL: <http://www.korolev-s-p.ru/sp1.htm>. (дата обращения: 06.05.2024).
3. Голованов, Я. К. Королёв и Циолковский. – РГАНТД. – URL: http://old.rgand.ru/vzal/korolev/pics/006_008.pdf. (дата обращения: 06.05.2024).

УДК 345.67

Кондратович В. В., студент 1-го курса МСФ

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: ядерная физика, деление ядра, цепная реакция, ядерная энергетика.

Аннотация. В статье изложены исторические аспекты развития ядерной энергетики. Ядерная энергия позволит решить энергетический кризис, улучшить экологическую обстановку и продвинуть нас в научно-технологическом плане, создавая то, что раньше было лишь на страницах научной фантастики и будущее.

Keywords: nuclear physics, nuclear fission, chain reaction, nuclear energy.

Summary. The article outlines the historical aspects of the development of nuclear energy. Nuclear energy will solve the energy crisis, improve the environmental situation and advance us in scientific and technological terms, creating what was previously only on the pages of science fiction and the future.

Самое важное направление в развитии энергетики – это ядерная энергия. Ядерная энергия позволит решить энергетический кризис,

улучшить экологическую обстановку и продвинуть нас в научно-техническом плане, создавая то, что раньше было лишь на страницах научной фантастики.

Исследования в области ядерной физики велись в Советском государстве еще в довоенные годы. В 1921 г. Государственный ученый совет Наркомпроса учредил при Академии наук Радиевую лабораторию (позже – Радиевый институт), заведующим которой стал В. Г. Хлопин.

В 1932 г. немецкий физик В. Гейзенберг и советский физик Д. Д. Иваненко предложили протонно-нейтронную модель атомного ядра. Согласно этой модели, атомные ядра состоят из элементарных частиц – протонов и нейтронов.

В 1933 г. в Ленинграде была проведена I Всесоюзная конференция по ядерной физике, которая дала мощный толчок дальнейшим исследованиям. В 1935 г. в Радиевом институте на первом в Европе циклотроне был получен первый пучок ускоренных протонов. В 1939 г. Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, А. И. Лейпунский обосновали возможность протекания в уране цепной ядерной реакции деления. А в сентябре 1940 г. Президиумом Академии наук СССР была утверждена программа работ по изучению реакций деления урана.

Впервые цепная реакция ядерного распада была осуществлена 2 декабря 1942 г. в Чикагском университете с использованием урана в качестве топлива и графита в качестве замедлителя.



Рис. 1. Деление ядра урана

Первая электроэнергия из энергии ядерного распада была получена 20 декабря 1951 г. в Национальной лаборатории Айдахо с помощью реактора на быстрых нейтронах EBR-I (Experimental Breeder Reactor-I). Произведенная мощность составляла около 100 кВт.

В 40-е г. XX в. история отечественной атомной отрасли получила развитие за счет реализации военного «Атомного проекта». 28 сентября 1942 г. было подписано секретное постановление Государственного комитета обороны (ГКО) № 2352сс «Об организации работ по урану». В нем Академии наук СССР предписывалось «возобновить работы по исследованию осуществимости использования атомной энергии путем расщепления ядра урана и представить к 1 апреля 1943 г. доклад о возможности создания урановой бомбы или уранового топлива». 12 апреля 1943 г. была образована Лаборатория измерительных приборов № 2 Академии наук СССР (ныне – РИЦ «Курчатовский институт»). Позже ее перевели в Москву и назначили профессора И. В. Курчатова научным руководителем работ по урану.

Обычно для получения ядерной энергии используют цепную ядерную реакцию деления ядер урана-235 или плутония. Ядра делятся при попадании в них нейтрона, при этом получают новые нейтроны и осколки деления. Нейтроны деления и осколки деления обладают большой кинетической энергией. В результате столкновений осколков с другими атомами эта кинетическая энергия быстро преобразуется в тепло.

Другим способом высвобождения ядерной энергии является термоядерный синтез. Термоядерный синтез – процесс взаимодействия (слияния) легких ядер при высоких температурах с образованием более тяжелого ядра и выделением энергии.

Многие атомные ядра являются неустойчивыми. С течением времени часть таких ядер самопроизвольно превращаются в другие ядра, высвобождая энергию. Такое явление называют радиоактивным распадом.

Ядерная энергия нашла широкое применение. Это атомный ледокол – морское судно с ядерной силовой установкой, построенный специально для использования в водах, круглогодично покрытых льдом. Атомные ледоколы намного мощнее дизельных. В СССР они были разработаны для обеспечения судоходства в холодных водах Арктики. Одно из главных преимуществ атомного ледокола – отсутствие необходимости в регулярной дозаправке топливом, которое необходимо в

плавании во льдах, когда такой возможности нет или дозаправка сильно затруднена.

Энергия деления ядер урана или плутония применяется в ядерном и термоядерном оружии (как пускатель термоядерной реакции). Существовали экспериментальные ядерные ракетные двигатели, но испытывались они исключительно на Земле и в контролируемых условиях, по причине опасности радиоактивного загрязнения в случае аварии.

Самым важным применением ядерной энергии стало получение тепла, используемого для выработки электроэнергии и отопления. Ядерные силовые установки решили проблему судов с неограниченным районом плавания (атомные ледоколы, атомные подводные лодки, атомные авианосцы). В условиях дефицита энергетических ресурсов ядерная энергетика считается наиболее перспективной в ближайшие десятилетия.

Энергия, выделяемая при радиоактивном распаде, используется в долгоживущих источниках тепла и бетагальванических элементах. Автоматические межпланетные станции типа «Пионер» и «Вояджер» используют радиоизотопные термоэлектрические генераторы. Изотопный источник тепла использовал советский Луноход-1. РИТЭГ (радиоизотопный термоэлектрический генератор) – источник электроэнергии, использующий тепловую энергию радиоактивного распада. В качестве топлива для РИТЭГ используется стронций-90, а для высокоэнергоемких генераторов – плутоний-238.

Президент Республики Беларусь Александр Григорьевич Лукашенко, выступая на форуме по энергетике осенью 2021 г., заявлял, что в будущем спрос потребителей на энергию возрастет на 30 %, поэтому РБ должна не забывать о развитии технологий в контексте реформирования энергетических рынков. Наша страна должна помнить о росте межтопливной конкуренции в традиционных и новых источниках энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекман, Н. И. Ядерная индустрия: Спецкурс. Ядерные циклы. – URL: <http://profbeckman.narod.ru/NIL24.pdf> (дата обращения: май 2024).

2. Преимущества атомной энергетики // АтомСтройЭкспорт. – URL: http://www.ase.atomstroyexport.ru/nuclear_market/advantage/ (дата обращения май 2024).

УДК 629.78(09)

Шийч М. А., студент 1-го курса МСФ

ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М. В. КЕЛДЫША

Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, аэродинамика, самолетостроение, ракета, термоядерное оружие.

Аннотация. В статье изложены исторические акты научной деятельности выдающегося ученого М. В. Келдыша. Он был одним из идеологов советской космической программы, человеком, посвятившим свою жизнь развитию советской науки, крупным государственным деятелем.

Keywords: physics, aerodynamics, aircraft construction, rocket, thermonuclear weapons.

Summary. The article describes the historical acts of the scientific activity of the outstanding scientist M. V. Keldysh. He was one of the ideologists of the Soviet space program, a man who devoted his life to the development of Soviet science, and a major statesman.

Мстислав Всеволодович по праву был светилом отечественной науки, известным в стране и мире ученым в области прикладной математики и механики. Он был одним из идеологов советской космической программы, человеком, посвятившим свою жизнь развитию советской науки, крупным государственным деятелем. С 1961 по 1975 гг. он являлся президентом Академии наук СССР.



Знаменитый советский ученый родился в Риге 10 февраля (28 января по старому стилю) 1911 г. в семье адъюнкт-профессора Рижского политехнического института и крупного инженера-строителя Всеволода Михайловича Келдыша (в будущем академика архитектуры). Профессор и генерал-майор инженерно-технической службы считался основоположником методологии расчета строительных конструкций, позднее его будут называть «отцом русского железобетона». Мать будущего знаменитого ученого, Мария Александровна (урожденная Скворцова), была домохозяйкой.

После того как в 1915 г. к Риге подошли германские войска, семья Келдышей эвакуировалась в Москву. Благополучно пережив революционные события, они в 1919–1923 гг. жили в Иваново, где глава семьи преподавал в местном политехническом институте. В 1923 г. они вновь вернулись в столицу. В Москве Мстислав Келдыш учился в специальной школе со строительным уклоном (опытно-показательная школа № 7), летом он часто отправлялся вместе со своим отцом на различные строительные площадки, много общался и работал с обычными разнорабочими. Тогда же, еще во время учебы в 7–8-м классах, у Келдыша стали проявляться большие способности к математике, учителя отмечали незаурядные способности юноши в области точных наук.

В 1927 г. он успешно окончил школу и собирался стать строителем, продолжив путь своего отца, однако в инженерно-строительный институт его не приняли из-за возраста, на тот момент ему было лишь 16 лет. Воспользовавшись советом своей старшей сестры Людмилы, которая закончила физико-математический факультет МГУ, он в том же году поступил на тот же факультет. С весны 1930 г. Мстислав Келдыш одновременно с учебой в МГУ им. Ломоносова работал ассистентом в Электромашинностроительном институте, а затем еще и в Станкоинструментальном институте.

В 1931 г., окончив обучение в МГУ, Келдыш был направлен в Центральный аэродинамический институт им. Н. Е. Жуковского (ЦАГИ). В данном институте он проработал вплоть до 1946 г. Пройдя долгий путь от инженера до старшего инженера и начальника группы, он возглавил отдел динамической прочности (было это в 1941 г.). С 1932 г., уже работая в ЦАГИ, Мстислав Келдыш также читал лекции в МГУ, много занимаясь и педагогической работой.

Работая в ЦАГИ, Мстислав Келдыш многое сделал для развития советского самолетостроения. Под его непосредственным руковод-

ством был проведен ряд важных исследований в области аэро-гидродинамики. Будучи специалистом ЦАГИ, осенью 1934 г. он поступил в аспирантуру (дополненную впоследствии двухлетней докторантурой) Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР. В 1935 г. успешно защитил диссертацию, после чего ему была присвоена степень кандидата физико-математических наук, в 1937 г. – степень кандидата технических наук и звание профессора по специальности «аэродинамика». 26 февраля 1938 г. Мстислав Всеволодович успешно защитил докторскую диссертацию, став доктором физико-математических наук. В том же году он вошел в состав Научно-технического совета ЦАГИ, став позднее членом Ученого совета данного института.

В годы Великой Отечественной войны Мстислав Всеволодович Келдыш работал на различных советских авиационных заводах, а также как начальник отдела динамической прочности ЦАГИ курировал работы по проблеме вибраций в самолетостроении. Необходимо отметить, что в 1930-е и 1940-е гг. избавление от «флаттера» (самопроизвольной вибрации крыла при увеличении скорости полета самолета) было одной из очень актуальных проблем. Благодаря работам, которые проводил Келдыш вместе со своими коллегами, было найдено решение, которое позволило развиваться скоростной авиации. За работы в этой области Мстислав Всеволодович Келдыш и Евгений Павлович Грассман в 1942 г. были отмечены Сталинской премией II степени, а спустя год Келдыш получил свой первый орден Трудового Красного Знамени.

Одновременно с основной работой даже в военные годы Мстислав Всеволодович не переставал преподавать в МГУ. С 1942 по 1953 гг. профессор заведовал в МГУ кафедрой термодинамики и вел курс математической физики. Тогда же, в годы войны, 29 сентября 1943 г. Мстислав Всеволодович был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению физико-математических наук. В 1946 г. он стал действительным членом Академии, в 1953 г. членом ее Президиума, в 1960–61 гг. вице-президентом, а с 1961 г. – президентом Академии наук СССР.

После завершения Великой Отечественной войны Мстислав Всеволодович Келдыш работал над созданием советских ракетных комплексов и атомного оружия. В 1946 г. Келдыш был назначен начальником Реактивного научно-исследовательского института (НИИ-1 Министерства авиационной промышленности, сегодня Исследовательский центр

(ИЦ) им. М. В. Келдыша), который занимался решением прикладных задач ракетостроения. С августа 1950 г. и по 1961 г. он являлся научным руководителем НИИ-1, основное направление его деятельности было связано с развитием советской ракетной техники. В 1951 г. Келдыш был одним из инициаторов создания Московского физико-технического института, расположенного в Московской области в городе Долгопрудном. Здесь он читал лекции и был заведующим одной из кафедр.

Мстислав Келдыш принимал непосредственное участие в работах по созданию советской термоядерной бомбы. Для этого в 1946 г. он организовал специальное расчетное бюро при МИАН. В 1956 г. за участие в создании термоядерного оружия Мстислав Всеволодович был награжден званием Героя Социалистического Труда, позднее он станет трижды Героем Социалистического Труда (1956, 1961 и 1971 гг.). В СССР Мстислав Келдыш был одним из основоположников проведения работ по созданию ракетно-космических систем и исследования просторов космоса, неслучайно он вошел в Совет главных конструкторов, который возглавлял Сергей Павлович Королёв.

С середины 1950-х гг. он занимался теоретическим обоснованием и исследованиями в области вывода искусственных тел на околоземную орбиту, а в будущем – полетов к Луне и планетам Солнечной системы. В 1954 г. вместе с С. Королёвым было представлено письмо в правительство с предложением по созданию искусственного спутника Земли (ИСЗ). Уже 30 января 1956 г. Мстислав Келдыш был назначен председателем специальной комиссии Академии наук СССР по ИСЗ. Ученый сумел сыграть очень важную роль в вопросе создания в нашей стране ракеты-носителя, предназначенной для выведения на орбиту спутников по научным программам (космические аппараты семейства «Космос»). Руководил «Лунной» программой, включая полеты к естественному спутнику Земли автоматических советских станций «Луна». Помимо этого, Келдыш принимал участие в программах, направленных на изучение Венеры автоматическими космическими станциями семейства «Венера». Учитывая его вклад в дело освоения космоса, в 1960 г. он был назначен председателем созданного Межведомственного научно-технического совета по космическим исследованиям при Академии наук СССР.

Возглавляя с 1961 по 1975 г. Академию наук, Мстислав Всеволодович оказывал всемерную поддержку развитию в нашей стране математической науки и механики, а также развитию новых направлений

науки, к которым относили кибернетику, молекулярную биологию, генетику и квантовую электронику. Помимо своей основной работы, ученый входил в состав разных комиссий по космическим проблемам. В частности, он являлся председателем аварийной комиссии, которая занималась установлением обстоятельств и причин гибели экипажа космического аппарата «Союз-11». Огромный вклад Мстислав Келдыш внес в осуществление первого совместного советско-американского космического полета в рамках реализации программы «Союз – Аполлон», а также развитие полетов в рамках программы «Интер-космос». В последние годы жизни Мстислав Всеволодович много внимания уделял работе по созданию солнечных электростанций, расположенных на орбите, эта проблема его по-настоящему увлекала.

Мстислав Всеволодович Келдыш ушел из жизни 24 июня 1978 г. Урна с прахом знаменитого советского ученого была захоронена в Кремлевской стене на Красной площади. По официальной версии, ученый умер от сердечного приступа, его тело было обнаружено в его «Волге» в гараже на даче в поселке академиков в Абрамцево. Вне зависимости от причин и обстоятельств смерти великого ученого его уход из жизни стал по-настоящему тяжелой утратой не только для всей страны, но и для отечественной и мировой науки. Ученый ушел из жизни сравнительно рано, на тот момент ему было 67 лет.

Память Мстислава Всеволодовича Келдыша была увековечена его потомками. Его именем названы многочисленные улицы и площади, в различных городах страны и бывшего Советского Союза ему установлена масса памятников, в том числе в Риге, где он родился. А Российская Академия наук за выдающиеся научные работы в области прикладной математики и механики, а также теоретические исследования в области освоения космического пространства вручает сегодня золотые медали имени выдающегося отечественного ученого Мстислава Всеволодовича Келдыша.

ЛИТЕРАТУРА

1. Келдыш, М. В. Творческий портрет по воспоминаниям современников. – М.: Наука, 2002. – 200 с.
2. Члены Российской академии наук в Математическом институте им. В. А. Стеклова РАН: к 75-летию юбилею МИАН: биограф. словарь-справочник; под общ. ред. В. В. Козлова. – М.: Янус-К, 2009. – 250 с.

УДК 378.12.34/15

Минич А. Д., Муркин Д. В., студенты 1-го курса МСФ
КОНДЕНСАТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ

Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: электрический заряд, диэлектрик, емкость, конденсатор.

Аннотация. В статье изложены устройство, назначение, принцип работы и использование конденсаторов. Конденсаторы являются неизменным элементом любых электронных схем, от простых до самых сложных, и трудно себе представить какую бы то ни было электронную схему, в которой не используются конденсаторы.

Keywords: electric charge, dielectric, capacitance, capacitor.

Summary. The article describes the device, purpose, operating principle and use of capacitors. Capacitors are an indispensable element of any electronic circuit, from simple to the most complex, and it is difficult to imagine any electronic circuit that does not use capacitors.

Конденсатор – это элемент электрической цепи, состоящий из проводящих электродов (обкладок), разделенных диэлектриком, и предназначенный для использования его емкости. Емкость конденсатора – есть отношение заряда конденсатора к разности потенциалов, которую заряд сообщает конденсатору.

В качестве диэлектрика в конденсаторах используются органические и неорганические материалы, в том числе оксидные пленки некоторых металлов. При приложении к конденсатору постоянного напряжения происходит его заряд, при этом затрачивается определенная работа, выражаемая в джоулях.

Классификация конденсаторов. В зависимости от назначения конденсаторы разделяются на две большие группы: общего и специального назначения. Группа общего назначения включает в себя широко применяемые конденсаторы, используемые в большинстве видов и классов аппаратуры. Традиционно к ней относят наиболее распространенные низковольтные конденсаторы, к которым не предъявляются особые требования. Все остальные конденсаторы являются специальными. К ним относятся: высоковольтные, импульсные, помехоподавляющие, дозиметрические, пусковые и др.

В зависимости от способа монтажа конденсаторы могут выполняться для печатного и навесного монтажа, а также в составе микромодулей и микросхем или для сопряжения с ними. Выводы конденсаторов для навесного монтажа могут быть жесткие или мягкие, аксиальные или радиальные из проволоки круглого сечения или ленты, в виде лепестков, с кабельным вводом, в виде проходных шпилек, опорных винтов и т. п.

По характеру защиты от внешних воздействий конденсаторы выполняются: незащищенными, защищенными, неизолированными, изолированными, уплотненными и герметизированными. Незащищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в условиях повышенной влажности только в составе герметизированной аппаратуры. Защищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в аппаратуре любого конструктивного исполнения. Неизолированные конденсаторы (с покрытием или без него) не допускают касаний своим корпусом шасси аппаратуры. Изолированные конденсаторы имеют достаточно хорошее изоляционное покрытие и допускают касания корпусом шасси аппаратуры. Уплотненные конденсаторы имеют уплотненную органическими материалами конструкцию корпуса. Герметизированные конденсаторы имеют герметичную конструкцию корпуса, который исключает возможность сообщения окружающей среды с его внутренним пространством. Герметизация производится с помощью керамических и металлических корпусов или стеклянных колб.

Применение конденсаторов весьма обширно: совместно с резисторами в таймерах, потому что резисторы позволяет им медленно заряжаться и/или разряжаться; в колебательных контурах приемопередающих устройств совместно с катушками индуктивности; в блоках питания для сглаживания пульсаций напряжения после выпрямления; в различных фильтрах, потому что конденсаторы легко пропускают переменный ток и не пропускают постоянный; просто в схемах, где необходимо замедлить процесс увеличения или падения напряжения и др.

Принципом работы конденсатора считается способность конденсатора сохранять электрический заряд, т. е. заряжаться и в нужный момент разряжаться. Например, в колебательном контуре радиоприемника или передатчика, когда он соединен (как правило, параллельно, но может и последовательно) с катушкой индуктивности. При таком соединении получается, что на пластинах конденсатора периодически происходит смена полярности.

Сначала одна пластина заряжается положительным зарядом, а вторая – отрицательным. После того как он зарядится полностью, он начинает разряжаться. После полного разряда он начинает заряжаться в обратном направлении. Та пластина, что была с положительным зарядом, заряжается отрицательным, а другая – положительным. Так до полного заряда и снова разряд. На этом принципе работы конденсатора основана работа всех генераторов аналоговых приемопередающих устройств.

Электрическая емкость конденсатора характеризует способность конденсатора сохранять электрический заряд. Чем больше емкость, тем больший заряд может быть сохранен. Электрическая емкость конденсатора измеряется в Фарадах, обозначается F. Однако 1 F – очень большая емкость, поэтому для обозначения емкости, как правило, используются префиксы, обозначающие меньшие значения емкости.

Используются три префикса: микро-, нано- и пико-:

-μ (микро) означает 10^{-6} (одна миллионная часть), т. е. $1000000 \mu\text{F} = 1 \text{ F}$

-n (нано) означает 10^{-9} (одна миллиардная часть), т. е. $1000 \text{ nF} = 1 \mu\text{F}$

-p (пико) означает 10^{-12} (одна триллионная часть), т. е. $1000 \text{ pF} = 1 \text{ nF}$

Емкость конденсатора не всегда просто определить, так как существует множество типов конденсаторов с различными системами маркировки.

Все существующие типы конденсаторов разделяются на две основные группы: электролитические конденсаторы (так же называемые полярными) и неполярные.

Неполярные, в свою очередь, подразделяются на конденсаторы постоянной емкости и конденсаторы переменной емкости.

Постоянные конденсаторы (конденсаторы постоянной емкости) – разновидность неполярных конденсаторов, так как у них нет полярности, в отличие от электролитических конденсаторов имеют, как правило, небольшие значения емкости (до единиц микрофарад). Поскольку они неполярные, то могут подключаться как угодно. Оба вывода этих конденсаторов абсолютно равнозначны. Такие конденсаторы трудно повредить перегревом при пайке. Определить емкость постоянного конденсатора по надписям на его корпусе не всегда просто в связи с тем, что существует множество типов конденсаторов и множество различных систем маркировки конденсаторов.

Конденсатор переменной емкости (переменный конденсатор) – это конденсатор, емкость которого может изменяться в заданных пределах. Основное применение переменных конденсаторов – это различные схемы радиоприемников и радиопередатчиков. Они имеют, как правило, небольшие пределы регулировки емкости. Обычно между 100 и 500 пФ.

Для высоковольтных цепей существуют вакуумные конденсаторы переменной емкости. Вакуумные, потому что внутри колбы находится вакуум. Тем самым значительно снижается способность конденсатора к «пробою» при высоких напряжениях. Одно из основных мест применения вакуумных конденсаторов – выходные каскады ламповых передатчиков.

Подстроечные конденсаторы (подстроечники) – это миниатюрные конденсаторы переменной емкости. Подстроечные конденсаторы рассчитаны для установки непосредственно на печатную плату и служат для точной подстройки узлов схемы непосредственно после сборки и в процессе эксплуатации. Они не предназначены для интенсивного использования.

Для работы с такими конденсаторами в качестве инструмента необходима отвертка. Настройка схемы подстроечным конденсатором требует определенных навыков и понимания самого процесса. Нахождение вблизи конденсатора вашей руки и стальной отвертки меняет его емкость и в результате настройку всего узла. Поэтому в качестве инструмента применяются не простые, а специальные настроечные отвертки, практически не оказывающие влияния на емкость конденсатора в отличие от обычной стальной отвертки. Такие отвертки изготавливаются либо целиком из пластика, либо имеют небольшой металлический (не стальной) наконечник. Тем самым уменьшается влияние на емкость подстроечного конденсатора. Чем меньше емкость подстроечника, тем сильнее будет влияние отвертки и руки. При больших значениях это влияние можно даже не заметить.

Подстроечные конденсаторы имеют небольшую емкость. Обычно менее 100 пФ. Их минимальная емкость обычно больше нуля, поэтому она обозначается двумя цифрами: минимальной и максимальной. Например: 1-8 пФ. Это значит, что емкость подстроечника может изменяться от 1 до 8 пикофард. От минимума до максимума емкость может изменяться за один оборот штока, а может за несколько. Поэтому различают однооборотные и многооборотные подстроечники. Мно-

гооборотные, как правило, сделаны по принципу червячной передачи и позволяют установить нужную емкость с большей точностью.

В итоге можно сказать, что конденсаторы являются неперменным элементом любых электронных схем, от простых до самых сложных. Трудно себе представить какую бы то ни было электронную схему, в которой не используются конденсаторы. За два с половиной века своего существования они весьма значительно изменили свой облик и сегодня отвечают всем требованиям передовой технологии. Некоторые конденсаторы стоят не больше рубля, но их производство в мировом масштабе исчисляется миллиардами долларов.

Принципы изготовления конденсаторов стали известны еще 250 лет назад, когда в 1745 г. в Лейдене немецкий физик Эвальд Юрген фон Клейст и нидерландский физик Питер Ван Мушенбрук создали первый конденсатор – «лейденскую банку» – в ней диэлектриком были стенки стеклянной банки, откуда и возникло название. Эти принципы не изменились до сих пор, однако совершенствование технологий и применение новых материалов позволили значительно улучшить конструкцию конденсаторов. Суммарный заряд, который мог накапливаться в «лейденской банке» емкостью 1 л, теперь можно «уместить» в устройстве размером не больше булавочной головки. За последние 30 лет размеры конденсаторов уменьшались столь же быстро, сколь быстро происходила миниатюризация в электронике. Ведь легко можно вспомнить как еще 15–20 лет назад компьютеры (ЭВМ) были настолько огромными, что занимали целые залы. Сейчас же миниатюрный компьютер с легкостью умещается у нас на ладони, хотя его производительность в десятки раз выше.

Мало кому известно, что наш великий электротехник Павел Николаевич Яблочков, изобретший дуговую лампу особой конструкции, одновременно занимался разработкой и использованием конденсаторов и достиг выдающихся результатов. Основные работы по конденсаторам отражены в его публикациях (докладах и патентах) 1877–1880 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабардин, О. Ф. Факультативный курс физики / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов, Н. И. Шефер. – М.: Просвещение, 1979.
2. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики / Г. С. Ландсберг. – М.: Наука, 1975.
3. «Википедия» – универсальная энциклопедия.

УДК 536.93

Иванова И. В., студентка 1-го курса МСФ

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Научный руководитель – Кириленко Л. Е., канд. с-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, ядро, квант, энергия, импульс, квантовая механика.

Аннотация. В статье изложены исторические этапы развития квантовой физики. Квантовая физика основывается на квантовой механике, которая описывает природу в масштабе атомов и субатомных частиц, включая квантовую химию, квантовую теорию поля, квантовую технологию и квантовую информатику.

Keywords: physics, nucleus, quantum, energy, momentum, quantum mechanics.

Summary. The article outlines the historical stages of the development of quantum physics. Quantum physics is based on quantum mechanics, which describes nature at the scale of atoms and subatomic particles, including quantum chemistry, quantum field theory, quantum technology, and quantum information science.

Квантовая (волновая) механика – фундаментальная физическая теория, которая описывает природу в масштабе атомов и субатомных частиц. Она лежит в основании всей квантовой физики, включая квантовую химию, квантовую теорию поля, квантовую технологию и квантовую информатику.

Классическая физика – совокупность теорий, существовавших до появления квантовой механики, описывает многие аспекты природы в обычном масштабе, но недостаточна для их количественного описания в малых (атомных и субатомных) масштабах. Большинство теорий классической физики можно вывести из квантовой механики как приближения, справедливые в больших (макроскопических) масштабах.

Квантовая механика отличается от классической физики тем, что энергия, импульс, угловой момент и другие величины связанного состояния системы не могут принимать произвольные значения, но ограничены дискретными значениями (квантование), объекты обладают характеристиками как частиц, так и волн (корпускулярно-волновой дуализм), и существуют пределы нашей возможности точно предсказать значение физической величины до ее измерения при заданном

полном наборе начальных условий (принцип неопределенности). Квантовая механика постепенно возникла из теорий, объясняющих наблюдения, которые не могли быть согласованы с понятиями классической физики, таких как решение Макса Планка в 1900 г. проблемы излучения абсолютно черного тела и соответствие между энергией и частотой кванта света в статье Альберта Эйнштейна 1905 г., которая объяснила фотоэффект. Эти ранние попытки понять микроскопические явления, теперь известные как «старая квантовая теория», привели к стремительному развитию квантовой механики в середине 1920-х гг. в работах Нильса Бора, Эрвина Шредингера, Вернера Гейзенберга, Макса Борна и др. Современная теория формулируется с использованием различных специально разработанных математических формализмов. В одном из них математическая сущность, называемая волновой функцией, предоставляет информацию в виде амплитуд вероятности о том, к чему приводят измерения энергии, импульса и других физических свойств частицы.

Этапы развития квантовой механики выглядят так:

1. В 1905 г. Альберт Эйнштейн построил теорию фотоэффекта. Данная теория была построена с целью развития идей Планка. Эйнштейн предположил, что свет не только испускается и поглощается, но и распространяется квантами. Следовательно, дискретность присуща самому свету. Эйнштейн, как известно, сделал большой вклад в разработку квантовой теории. В исследованиях по квантовой теории излучения и его взаимодействию с веществом он выдвинул важнейшую идею квантов света – фотонов и открыл корпускулярно-волновой дуализм для электромагнитного излучения. Он объяснил с точки зрения квантовой теории элементарные процессы взаимодействия излучения с веществом и впервые выдвинул теорию вероятностной интерпретации корпускулярно-волнового дуализма. До конца своей жизни Эйнштейн думал о проблемах квантовой теории и вел знаменитую дискуссию с Бором о полноте квантовомеханического описания явлений микромира, начавшуюся еще в период становления квантовой механики.

При рассмотрении работ Эйнштейна по квантовой теории следует обратить внимание на его работу в 1905 г., в которой он впервые выдвинул революционную идею квантования энергии излучения в форме гипотезы квантов света. Уже в кратком введении Эйнштейн очень четко противопоставляет волновой теории света корпускулярную теорию, согласно которой «энергия света распределяется по пространству дискретным образом», и которая, по мнению Эйнштейна, лучше объясняет явления возникновения и превращения света. Дальнейшее развитие

идей Эйнштейна о свойствах излучения содержится в двух замечательных работах, опубликованных в 1909 г. В них впервые рассмотрен корпускулярно-волновой дуализм для излучения, что явилось очень важным этапом в развитии квантовых представлений вообще. Вклад Эйнштейна в развитие квантовых представлений оказался весьма важным при становлении квантовой механики. Именно на идеях Эйнштейна о корпускулярно-волновом дуализме базировался один из двух подходов к квантовой механике, реализованный Шредингером в 1926 г. в виде волновой механики.

2. В 1913 г. Бор применяет идею квантов по отношению к планетарной системе атомов. Данная идея Бора привела к научному парадоксу. Согласно Бору, радиус орбиты электрона постоянно уменьшался. Электрон в конце концов должен был просто «упасть» на ядро. Бор решил, что электрон испускает свет не постоянно, а лишь тогда, когда он переходит на другую орбиту. В 1927 г. предметом обсуждения стали вопросы физической интерпретации квантовой механики на основе соотношений неопределенности Гейзенберга и принципа дополнительности Бора, началась знаменитая дискуссия Эйнштейна с Бором по поводу полноты квантомеханического описания явлений микромира. Эта дискуссия продолжалась до самой смерти Эйнштейна в 1955 г. Эйнштейн оставался на своей точке зрения, что квантовомеханическое описание не является полным. Он стремился к построению единой физической картины мира, разрабатывая общую теорию поля. Его не удовлетворяла физическая картина мира, основанная на концепции дополнительности и на вероятностной интерпретации квантовой механики.

3. В 1922 г. американец Комптон доказал, что рассеяние света происходит путем столкновения двух частиц. Эффект Комптона привел также к парадоксу. Он утверждал о корпускулярно-волновой природе света, и это было явное противоречие: эти два явления не могли смешиваться. В 1924 г. французский ученый Луи де Бройль выдвинул теорию, согласно которой каждой частице надо поставить волну, которая связана с импульсом частицы; австриец Шредингер доказал гипотезу де Бройля. Шредингер придумал уравнение, которое соответствует поведению волн де Бройля. Данное уравнение получило название «уравнение Шредингера»; в 1926 г. ученые-физики проводили опыты, которые экспериментально окончательно подтвердили теорию де Бройля; в 1927 г. Дирак придумывает свое уравнение, которое становится главным аргументом релятивистской квантовой механики. Это уравнение описывает движение электрона во внешнем силовом поле.

Окончательно квантовая механика как последовательная теория сформировалась благодаря трудам немецкого ученого – физика В. Гейзенберга, создавшего формальную схему. Особенностью данной схемы было то, что вместо математических координат и математических скоростей фигурировали абстрактные величины, так называемые матрицы. Работы Гейзенберга были развиты другими учеными (например, Борном, Иорданом и др.). Работа немецкого физика Гейзенберга стала основой для матричной механики.

Погружаясь в физику, Планк не предполагал, что, став экспериментатором, подарит миру выход на новый уровень сознания через ломку старых принципов. А. Эйнштейн «раздвоил» понятие света. Его гениальные изыскания уходили корнями в детские стремления объяснить природу. Нильс Бор, создав свою модель атома, прославился не только как физик с блестящей научной репутацией, но и как человек редкой самостоятельной мысли. Луи де Бройль – тот, кем был очарован Эйнштейн, пришел к физике через литературу и историю благодаря работам брата Мориса. Когда возникла задача описать двойственность электрона математически, то вперед всех выдвинулось новое поколение физиков, не обремененное грузом традиций, – Гейзенберг, Паули и Дирак. Бор, как мудрый дедушка, вывел физиков из тьмы однобоких представлений к свету принципа дополнительности. Но одновременно со становлением новой науки разыгрывалась драма идей и ученых: авторы первоосновных положений Планк, Эйнштейн и де Бройль не принимали необычную физическую картину мира. Квантовая механика явилась родительницей авангардных отраслей науки: электроники, лазеров, электронного микроскопа и многого другого. Открылись новые технические возможности. Все это нашло военное применение против фашизма. Однако понадобился достаточно долгий путь развития физических представлений о взаимодействии электромагнитного поля с веществом. Уже в конце 20-х г. XX столетия сложились основные представления квантовой теории, необходимые для понимания характера взаимодействия излучения с атомами и молекулами. Согласно этим представлениям, атом может находиться в одном из стационарных состояний с определенным значением энергии. А переход из одного состояния в другое может происходить при испускании или поглощении кванта энергии. Теоретическая основа для получения луча поглотилась в 1939 г. Московский физик-спектроскопист В. А. Фабрикант чисто теоретически доказал, что некоторые искусственные системы могут не поглощать, а усиливать падающий свет. В 1954 г. идея Фабриканта была реализована для сантиметровых радиоволн. Потом ис-

следователи обратили свое внимание на микроволновую область спектра, для которой энергетические зазоры между уровнями в десятки тысяч раз короче, чем в видимой области. В 1954–55 гг. на основе работ советских физиков Н. Г. Басова, А. М. Прохорова и американского ученого Ч. Таунса была сформулирована концепция генерации излучения. Вскоре был разработан квантовый генератор электромагнитного излучения. Первые квантовые генераторы этого типа были созданы советскими учеными Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым и американским ученым Ч. Таунсом. Два первых лазера были созданы в 1960 г. Один из них был рубиновый, второй – гелий-неоновый. В 1962 г. Н. Г. Басов предложил схему полупроводникового лазера или лазерного диода, очень удобного в применении. В настоящее время они составляют в стоимостном отношении около половины рынка лазерных систем. Наконец, неоспоримым преимуществом полупроводниковых материалов является возможность реализации инжекционных лазеров, напрямую преобразующих электрическую мощность в оптическую.

Первые шаги к квантовым технологиям были совершены уже тогда, когда была вручена Нобелевская премия за исследования в квантовой механике. В 2012 г. была вручена Нобелевская премия Апрошу и Вайленду. Они внесли фундаментальный вклад в то, что мы сейчас называем «квантовыми технологиями».

Квантовая технология это область физики, в которой используются специфические особенности квантовой механики и прежде всего квантовая запутанность. Цель квантовых технологий состоит в том, чтобы создать системы и устройства, основанные на квантовых принципах, к которым относятся следующие: дискретность (квантование уровней) энергии, квантово размерный эффект, квантовая эффект Холла, принцип неопределенности Гейзенберга, квантовая суперпозиция чистых состояний, квантовое туннелирование через потенциал, квантовую сцепленность состояний (барьеры). К возможным практическим реализациям относят квантовая вычисления и квантовый компьютер, квантовую криптографию, квантовую телепортацию, квантовую метрологию, квантовые сенсоры и квантовые изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Военные применения лазеров: учеб. пособие / В. А. Борейшо [и др.]; под ред. А. С. Борейшо. – СПб., 2015. – 103 с.
2. Жуков, А. Е. Основы физики и технологии полупроводниковых лазеров / А. Е. Жуков. – СПб.: Изд-во Академ. ун-та, 2016. – 120 с.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М.: 1990. – 178 с.

УДК 53

Соболь К. П., студент 1-го курса МСФ

РАЗВИТИЕ ФИЗИКИ В ТРУДАХ М. В. ЛОМОНОСОВА

Научный руководитель – Кириленко Л. Е., канд. с-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, молекулярно-кинетическая теория, теплота, свет.

Аннотация. В статье изложены исторические этапы развития физики в трудах М. В. Ломоносова. Своей корпускулярно-кинетической теорией тепла он предвосхитил многие гипотезы и положения, сопутствовавшие дальнейшему развитию атомистики и теорий строения материи.

Keywords: physics, molecular kinetic theory, heat, light.

Summary. The article outlines the historical stages of the development of physics in the works of M. V. Lomonosov. With his corpuscular-kinetic theory of heat, he anticipated many hypotheses and provisions that accompanied the further development of atomism and theories of the structure of matter.

Одним из выдающихся естественнонаучных достижений М. В. Ломоносова является молекулярно-кинетическая теория тепла. М. В. Ломоносов обращал внимание научного сообщества на то, что ни расширение тел по мере нагревания, ни увеличение веса при обжиге, ни фокусировка солнечных лучей линзой не могут быть качественно объяснены теорией теплорода. Связь тепловых явлений с изменениями массы отчасти и породила представление о том, что масса увеличивается вследствие того, что материальный теплород проникает в поры тел и остается там. Опровергая одну теорию, М. В. Ломоносов предлагал другую, в которой он отсекал лишнее понятие теплорода. Вот логические выводы М. В. Ломоносова, по которым «достаточное основание теплоты заключается «в движении какой-то материи», так как «при прекращении движения уменьшается и теплота», а «движение не может произойти без материи»; «во внутреннем движении материи», так как недоступно чувствам; «во внутреннем движении собственной материи» тел, т. е. «не посторонней»; «во вращательном движении частиц собственной материи тел», так как «существуют весьма горячие тела без» двух других видов движения «внутреннего

поступательного и колебательного», например, раскаленный камень постоит (нет поступательного движения) и не плавится (нет колебательного движения частиц). И так как вследствие затухания вращательного движения при передаче его от одной частицы к другой «теплота Ломоносова купно с тем движением пропала; но сие печально было, наипаче в России».

М. В. Ломоносов утверждал, что все вещества состоят из корпускул – молекул, которые являются «собраниями» элементов – атомов. В своей диссертации «Элементы математической химии» ученый дает такие определения: «Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел... Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу».

Своей корпускулярно-кинетической теорией тепла М. В. Ломоносов предвосхитил многие гипотезы и положения, сопутствовавшие дальнейшему развитию атомистики и теорий строения материи. Он при ошибочной исходной тезе о соприкосновении частиц (но – вращательном!) тем не менее впервые использовал геометрическую модель для доказательства, связанного с формой, строением и взаимодействием разной величины шарообразных атомов; опытным путем вплотную приблизился к открытию водорода; дал кинетическую модель идеального газа по отдельным положениям, при ряде поправок продемонстрировал зависимость между объемом и упругостью (закон Бойля Мариотта), тут же указывал на дискретность ее для воздуха при сильном его сжатии, что определяет конечный размер его молекул – настоящая мысль применена Яном Дидериком Ван-дер-Ваальсом в выводе уравнения реального газа; рассматривая тепло и свет (1756–1757), М. В. Ломоносов пришел к выводам о вращательном («колебательном») распространении частиц тепла и волновом («зыблющемся») – частиц света (в 1771 г. тепловое излучение, «лучистую теплоту», рассматривал Карл Вильгельм Шееле); русский ученый говорил об одном происхождении света и электричества, что при определенных поправках на общие представления времени сопоставимо с положениями электромагнитной теории Джеймса Клерка Максвелла. Некоторые из этих утверждений в той или иной форме в дальнейшем высказывались другими учеными, но в едином рассмотрении – никем. Справедливость этих аналогий и предшествование гипотез М. В. Ломоносова достаточно убедительно изложено Н. А. Фигуровским и многими другими учеными.

Выводы механической теории теплоты, подтвердив саму ее, первые обосновали гипотезу об атомно-молекулярном строении материи и

атомистика получила объективные естественнонаучные доказательства. С корпускулярной теорией и молекулярно-кинетическими взглядами М. В. Ломоносова напрямую связано его понимание актуальности закона сохранения вещества и силы (или движения). Принцип сохранения силы (или движения) для него стал начальной аксиомой в рассмотрении им аргументов в обосновании молекулярного теплового движения. Принцип этот регулярно применяется им в ранних работах.

Являясь противником теории флогистона, М. В. Ломоносов тем не менее вынужден был делать попытки согласования ее со своей «корпускулярной философией» (например, объясняя механизм окисления и восстановления металлов, «состав» серы – рационального понимания явлений не было, отсутствовала научная теория, горения так как еще не был открыт кислород), что было естественно в современной ему всеобщей «конвенциальности» относительно теории «невесомых флюидов», иначе он не только не был бы понят, но его идеи вообще не были бы приняты к рассмотрению. Но ученый уже подвергал критике Георга Эрнста Штала: «Так как восстановление производится тем же, что и прокаливание, даже более сильным огнем, т. е. нельзя привести никакого основания, почему один и тот же огонь то внедряется в тела, то из них уходит».

Основные сомнения М. В. Ломоносова связаны с вопросом невесомости флогистона, который, удаляясь при кальцинации из металла, дает возрастание веса продукта прокаливания, в чем ученый усматривал явное противоречие «всеобщему естественному закону». М. В. Ломоносов оперировал флогистоном как материальным веществом, которое легче воды и указывает на то, что это водород. В диссертации «О металлическом блеске» (1745) он писал: «...При растворении какого-либо неблагородного металла, особенно железа, в кислотных спиртах из отверстия склянки вырывается горючий пар, который представляет собой не что иное, как флогистон, выделившийся от трения растворителя с молекулами металла (ссылка на «Диссертацию о действии химических растворителей вообще») и увлеченный вырывающимся воздухом с более тонкими частями спирта. Ибо: 1) чистые пары кислых спиртов невоспламенимы; 2) извести металлов, разрушившихся при потере горючих паров, совсем не могут быть восстановлены без добавления какого-либо тела, избыливающего горючей материей». К аналогичному выводу («горючий воздух» – флогистон, позднее названный водородом) более 20 лет спустя пришел английский ученый Генри Кавендиш, который был уверен, что его открытие

разрешает все противоречия теории флогистона. Идентичный вывод М. В. Ломоносова в работе «О металлическом блеске» (1751) «остался незамеченным».

М. В. Ломоносовым были заложены основы физической химии, когда он сделал попытку объяснения химических явлений на основе законов физики и его же теории строения вещества. Он пишет: «Физическая химия есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при химических операциях».

Важной особенностью той науки, основу которой заложил М. В. Ломоносов, явился его метод, подразумевающий исследование связи физических и химических явлений. Постоянно занимаясь практической наукой, он находил подтверждение в ней своим теоретическим воззрениям, но не только тому служит эксперимент, который ученый применял для развития практики как таковой, опирающейся на понимание закономерностей тех или иных процессов. Настоящая методика касается не только химии и физики, но и вопросов химизма, сопровождающего электрические опыты и оптические явления, а также свойств объектов исследования, химического их состава и молекулярного строения. Все эти факторы говорят о хорошо осознанной, разработанной и последовательно применяемой системе взглядов и приемов, которая с точки зрения теории познания дает корректное экспериментальное подтверждение гипотезам, способным вследствие того становиться основой теории. Этот методологический круг можно определить, перефразируя самого ученого, как «оживляющий» теорию и делающий правильной.

Одновременно М. В. Ломоносов занимался и теорией цвета, что пребывало в отчетливой связи с настоящими и другими его исследованиями. Он интересовался природой света и цветов с самого начала своей научной деятельности. Тогда же, в ходе размышлений о природе цветов, им был задуман ряд опытов с цветными стеклами. И в согласовании со своими теоретическими исследованиями эти эксперименты М. В. Ломоносов получил возможность проводить с 1748 г. в своей Химической лаборатории, когда им были получены такие стекла, рецептуры которых нашли применение впоследствии, при создании его мозаичных работ. Результатом этого комплекса научных исследований явилось также создание им собственной теории света и цвета, основывающейся на представлении о распространении света посредством колебания частиц эфира, заполняющего мировое пространство (уже в

XIX в. академик Голицин назовет ее «теорией волнения»). Множество разнообразно окрашенных стекол было получено М. В. Ломоносовым при весьма ограниченном наборе элементов, использовавшихся в качестве включений, влиявших на цветность (ныне применяющиеся с этой целью хром, уран, селен, кадмий, попросту еще не были открыты в то время), очень искусно варьируя приемы химической обработки в восстановительных и окислительных условиях при изменении состава стекла за счет введения свинца, олова, сурьмы и некоторых др. веществ. Богатейшие красные тона получены в результате добавки меди для смальт, называемых мастерами мозаики «скарцетами» и «лаками». Очень большого умения требует их варка, которая до сих пор не всегда бывает успешной. Медь использовалась ученым также для получения зеленых и бирюзовых оттенков. И поныне знатоки мозаичного искусства очень высоко ценят полихромные качества ломоносовских смальт, и многие считают, что таких замечательных красных и зеленых оттенков крайне редко и мало кому удавалось получить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжов, К. В. Сто великих изобретений / К. В. Рыжов. – М.: Вече, 2005. – 524 с.
2. Дягилев, Ф. М. Из истории отечественной физики 20 в. / Ф. М. Дягилев. – Нижневартовск: изд-во Нижневартовского пед. ин-т, 2000. – 179 с.

УДК 929:53

Мартинovich Д. О., студентка 1-го курса МСФ

ВЫДАЮЩИЙСЯ РУССКИЙ УЧЕНЫЙ

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ

Научный руководитель – Кириленко Л. Е., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, аэродинамика, аэродинамическая труба, дирижабль, аэроплан, самолет, ракета.

Аннотация. В статье изложены исторические этапы развития и исследований воздухоплавания в трудах К. Э. Циолковского. Он описал возможность выхода в космос самолета с разгоном в атмосфере.

Keywords: physics, aerodynamics, wind tunnel, airship, airplane, air-plane, rocket.

Summary. The article outlines the historical stages of development and research of aeronautics in the works of K.E. Tsiolkovsky. He described the

possibility of an aircraft going into space with acceleration in the atmosphere.

Первая теоретическая работа «К вопросу о летании, посредством крыльев» была создана К. Э. Циолковским в 1890–1891 гг. В науке того времени для расчетов силы давления потока воздуха на плоскую пластинку использовалась ударная формула Ньютона. Выведя свою формулу, Циолковский обратился к работам по экспериментальной аэродинамике и в 1897 г. построил своими силами аэродинамическую трубу открытого типа, конструкция которой была разработана Х. Максимом. Все свои опыты он проводил с вращающимися пластинками, тогда как разработанная им теория была посвящена пластинке, не изменяющей свое положение по отношению к вектору скорости воздушного потока. В начале 1900 г. на средства Академии наук К. Э. Циолковский смог начать аэродинамические эксперименты в неслыханном ранее объеме. Он наглядно продемонстрировал необходимость широких и всесторонних экспериментальных исследований в аэродинамических трубах (рис. 1).

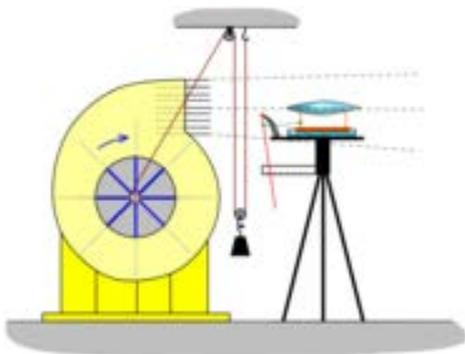


Рис. 1. Схема аэродинамической трубы Циолковского

Статья «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина» увидела свет в журнале «Наука и жизнь» в 1894 г., а доработанный ее вариант был опубликован годом позже в виде брошюры. Рецензент – инженер В. М. Катъшев, в 1895 г. указывал, что Циолковский использовал для расчета подъемной силы неверную формулу, из-за которой расчетная нагрузка на мощность двигателя составила у него

4,5 кг/л. с., в то время как у других исследователей эта цифра достигала 28 кг/л. с. Из-за неверности исходной формулы Циолковский недооценил влияние удлинения крыла на величину подъемной силы. Г. Салахутдинов отмечал, что Циолковский ввел в свою статью научно-фантастическую идею об уменьшении плотности материалов крыльев аэроплана. Проект его являлся умозрительным, вдобавок К. Э. Циолковский даже накануне кончины в 1935 г. считал самолеты неконкурентоспособными по сравнению с дирижаблями.

Разработкой проекта управляемого цельнометаллического аэростата Циолковский занимался, начиная с 1890 г. Выведенная К. Э. Циолковским формула подъемной силы дирижабля привела его к выводу, что при увеличении барометрического давления, аэростат, вытесняя тот же объем более тяжелого воздуха, должен подниматься и, наоборот, снижаться при падении давления. Из этого вытекала идея цельнометаллического дирижабля с изменяющимся объемом: при снижении атмосферного давления оболочка дирижабля должна раздвинуться под влиянием давления подъемного газа, а при его повышении, наоборот, сжаться; конструктивно оболочка должна быть подобна мехам гармони. Чтобы избежать влияния колебаний атмосферной температуры, изобретатель предлагал для улучшения управляемости рядом по высоте нагревать рабочее тело – подъемный газ, используя тепло двигателей. Длительная история заинтересовать проектом научное сообщество закончилась категорическим заключением Н. Е. Жуковского, что этот проект суть чистая фантазия, а самого Циолковского в печати стали именовать «лжеученым и псевдоизобретателем». В Советском Союзе к началу 1930-х гг. бесперспективность дирижабля Циолковского была неоднократно показана как теоретиками, так и при попытке организовать особый отдел Дирижаблестроя.

Идея подогрева несущего газа являлась центральной в проекте Циолковского, поскольку согласно его замыслу, аэростат являлся «снарядом» не легче, а тяжелее воздуха. По собственным его расчетам, груз и пассажиры занимали 20 % полной массы дирижабля, для достижения подъемной силы следовало нагреть газ на 26 °С. По расчетам Г. Салахутдинова нагрев должен был составить не менее 80 °С, при этом изобретатель вообще не учел теплообмен между оболочкой дирижабля и набегающим потоком воздуха при движении в атмосфере.

В 1893 г. статья Циолковского «Возможен ли металлический аэростат?» была переведена на французский язык, а в следующем году изобретатель отправил проволочную модель дирижабля и труд «Аэро-

стат металлический управляемый» во французскую Академию наук с целью заинтересовать иностранных ученых. Обращение осталось без ответа. Много лет спустя, в 1927 г., Циолковский обратился в фирму «Форд Мотор К⁰», передав несколько брошюр о своем проекте дирижабля. Он получил отрицательный ответ, хотя ему написали: «Мы прочитали Ваши брошюры по вопросу конструирования воздушных кораблей из металла, переданные нам Фордовской Моторной компанией, и высоко оцениваем возможность изучить предлагаемую Вами конструкцию». С этим письмом были возвращены и отправленные брошюры.

Одним из важнейших элементов мифологии, сложившейся вокруг Циолковского, является формула его имени. Как явствует из архивных данных, она была представлена в рукописи «Ракета», датированной 10 (22) мая 1897 г. В 1903 г. формула была опубликована в первом варианте статьи «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Формула эта устанавливала зависимость между скоростью ракеты в любой момент ее движения, скоростью истечения газов из сопла, массой ракеты, массой взрывных веществ. Как выяснилось впоследствии, аналогичные формулы выводились между 1810 и 1897 гг. как минимум У. Муром, П. Тэйтом, и И. В. Мещерским. Циолковский, выводя свою формулу, не пытался анализировать полет ракеты на активном участке траектории, поэтому его расчеты не учитывали потерь в скорости из-за аэродинамического сопротивления и притяжения Земли. Ничего он не знал и о законах изменения массы во времени, что сказалось в расчете расстояния, пройденного ракетой. Полученные результаты оказались обнадеживающими, свидетельствуя о возможности обеспечить достижение второй космической скорости с помощью одноступенчатой ракеты. Только в конце жизни в одной из рукописей он отметил, что энергии существующих топлив едва ли будет достаточно «для роли близкого земного спутника», т. е. его ракета не сможет осуществить межпланетного перелета. Как пропагандист ракетно-космической техники К. Э. Циолковский предложил несколько важных инноваций. В частности, он впервые предложил использовать на космических ракетах жидкое двухкомпонентное топливо. Он понимал, что при его использовании в камере сгорания образовывались столь высокие температуры, что сгорала сама ракета, и это противоречие так и не сумел разрешить до конца жизни. Одним из путей решения данной изобретательской задачи было предложение поместить камеру сгорания прямо в баке с жидким кислородом. Из-за оши-

бочных представлений о термодинамике он также предлагал сделать сопло двигателя равным длине всей ракеты. В 1914 г. К. Э. Циолковский опубликовал статью «Второе начало термодинамики», в которой попытался опровергнуть этот закон. Основываясь на явлениях Ньютона и Г. Гельмгольца, что космические частицы притягиваются к некоторому общему центру, и, следовательно, при таком притяжении в газе будет выделяться тепло из-за сжатия, Циолковский предположил, что это явление объясняет природу солнечной энергии и попытался противопоставить данную идею второму закону термодинамики. Однако если Р. Клаузиус отмечал, что переход тепла от холодных молекул горячему ядру невозможен без компенсации, Циолковский данными условиями пренебрег. Ранее, в 1911 г., обсуждая идею замкнутого цикла жизнеобеспечения на борту космического корабля, Циолковский также противоречил второму закону термодинамики, считая возможным создать замкнутую экосистему, работающую в автономном режиме неопределенно долгое время.

В 1914 г. американец Р. Годдард получил патент на проект двухступенчатой жидкостной ракеты, а в 1923 г. свою идею ракеты с отделяющимися ступенями опубликовал немецкий исследователь Г. Оберт. Однако еще ранее в научно-фантастической повести «Вне Земли» (1920) Циолковский предложил ракету пакетной схемы, но без отделения ступеней. В 1929 г. он описал «ракетный поезд» – «соединение нескольких одинаковых реактивных приборов, двигающихся сначала по дороге, потом в воздухе, потом в пустоте вне атмосферы». Согласно его замыслу, поезд начинает двигаться на воздушной подушке по специальной дороге длиной 288–700 км. Потом эта первая ракета отделяется и уходит в сторону, а работать начинает вторая ракета. Постепенно поезд поднимается на «4–8 км над уровнем океана», а последняя ракета выходит за пределы атмосферы и приобретает космическую скорость. Фантастичность его проектов была очевидна уже современникам. Например, Циолковский описал «эскадру ракет», когда запускается одновременно четыре ракеты. Когда топливо будет израсходовано наполовину, две ракеты перекачивают его остатки в оставшиеся две и возвращаются на Землю. Когда и у этих двух оно лишь наполовину заполняет баки, одна ракета перекачивает его остатки в другую и та продолжает полет. По расчетам изобретателя, «первая космическая скорость достигается при 32 ракетах. Для удаления от орбиты Земли надо уже 256 ракет, а для удаления от планет и Солнца требуется 4096 ракет». Я. И. Перельман, описывая данный проект, в сущности,

предложил первую реалистичную идею пакетной схемы ракеты, утверждая, что идея Циолковского переусложнена.

Проблема энерговооруженности одноступенчатой ракеты постоянно занимала Циолковского. В одной из рукописей 1921 г. он писал о разгоне ракеты на Земле «посредством электромагнитного толкания», а также атмосферном разгоне: «ракетe на рельсах сообщают электричеством движение в воздухе», рассматривал он и разгон в вакуумированной пушке-трубе. Движение ракеты по наземному рельсовому пути также могло быть двояким – либо на особо смазывающихся полозьях, либо на воздушной подушке – «скольжение на жидкости или газе». В том же году он писал и о возможности выхода в космос самолета с разгоном в атмосфере, а поскольку главным адептом этой идеи был Ф. А. Цандер, вероятно, он и сообщил данную идею Циолковскому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дягилев, Ф. М. Из истории отечественной физики 20 в. / Ф. М. Дягилев. – Нижневартовск: изд-во Нижневартовского пед. ин-та, 2000. – 179 с.
2. Рыжов, К. В. Сто великих изобретений / К. В. Рыжов. – М.: Вече, 2005. – 524 с.

УДК 53.17

Журавко В. А., студентка 1-го курса МСФ

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКИ В XVIII в.

Научный руководитель – Кириленко Л. Е., канд. с-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, механика, термодинамика, электричество, магнетизм, оптика.

Аннотация. В статье изложены исторические этапы развития физической науки в XVIII в. Характерной особенностью физики на этом этапе является то, что изучение механики, оптики, тепловых, электрических и магнитных явлений протекает до известной степени обособленно.

Keywords: physics, mechanics, thermodynamics, electricity, magnetism, optics.

Summary. The article outlines the historical stages of the development of physical science in the 13th century. A characteristic feature of physics at this stage is that the study of mechanics, optics, thermal, electrical and magnetic phenomena proceeds to a certain extent in isolation.

Физика XVIII в. включает основные разделы классической физики. Она уже оформилась в самостоятельную область естествознания и проходит первый этап своего развития. Характерной особенностью физики на этом этапе является то, что изучение механики, оптики, тепловых, электрических и магнитных явлений протекает до известной степени обособленно. Перед физикой не встал еще вопрос исследования превращений различных физических форм движения друг в друга. Физика, выделившись из натурфилософии, не пытается построить общую физическую картину мира. Она ограничивается главным образом тщательным количественным изучением отдельных явлений, расчлененным познанием природы, установлением экспериментальных фактов, частных закономерностей. Этому способствует философия того времени, закрепившая метафизический взгляд на окружающую действительность.

На развитие физики в XVIII в. оказало существенное влияние наследство, полученное ею от предыдущего периода, и особенно учение Ньютона. Больше того, развитие физики в XVIII в. представляется именно как развитие в известном отношении идей Ньютона, выполнением завещанной им программы. Конечно, главную роль сыграло то обстоятельство, что идеи Ньютона и его учение в основном соответствовали общей линии развития физики в рассматриваемый период. Как уже говорилось, после появления «Начал» Ньютона вокруг понимания силы тяготения развернулась полемика, которая особенно усилилась после выхода в свет второго издания книги. Картезианцы, отрицавшие «изначальный» характер силы тяготения, направили свои усилия на построение механических теорий тяготения, в которых сила тяготения объяснялась бы с помощью различного рода движений тонких жидкостей.

Такие теории, начиная с Гюйгенса, создавали многие ученые-картезианцы. Еще в 1728 г. Парижская Академия наук присудила премию петербургскому академику Бильфингеру за работу, посвященную механической теории тяготения, в которой он, между прочим, писал, что «надо испробовать все, прежде чем отказаться от вихрей».

К середине XVIII в. подавляющее большинство ученых отказываются от попыток построить механическую теорию тяготения (хотя отдельные случаи такого рода попыток имели место и позже, вплоть до XX в.), полагая, что при современном состоянии науки нельзя рассчитывать на построение теории, объясняющей тяготение, либо что такая теория вообще невозможна. Одновременно ученые принимают учение

Ньютона и о природе света, методе физики вообще и т. д. Как в свое время против схоластики, так и против беспочвенных картезианских умозрений наступает реакция.

Постепенно последователи Ньютона приходят к выводу, что не только движение планет, но и другие физические явления могут быть представлены как результат движения определенных материальных тел под действием определенных сил. Развитие этой идеи в физике представляло собой, собственно говоря, выполнение той программы, которую наметил еще Ньютон.

Последователи Ньютона пытались объяснить различные физические явления, поставив им в соответствие различного рода силы: магнитные, электрические, химические и др. Но если силы тяготения действуют между всеми материальными телами, то магнитными силами, например, обладает только железо в намагниченном состоянии. Электрические же силы хотя и присущи многим телам, но только в наэлектризованном состоянии, поэтому физики стали приписывать эти силы не частицам обычного вещества, а якобы находящимся в порах обычных материальных тел неким тонким жидкостям или «материям». Между этими жидкостями и частицами вещества действуют определенного рода силы. Так объясняли природу теплоты. Нагревание тела связывали с присутствием некой жидкости – теплорода, частицам которого также присущи определенные силы. Например, между частицами теплорода действуют отталкивательные силы, а между частицами теплорода и частицами материальных тел – силы притяжения. Этой концепции соответствовали воззрения ньютонианцев на природу света.

Свет представлялся как поток особых частиц, между которыми и атомами тел также действуют далекодействующие силы. Таким образом, был введен ряд сил: электрические, магнитные и др. Эти силы действуют, по мнению физиков, на расстоянии, так же как и силы тяготения. Носители сил – тонкие невесомые «материи», которые определяют те или иные свойства тел. Картезианскому объяснению физических явлений с помощью движения мельчайших частичек и неощутимых жидкостей пришло на смену объяснение с помощью тех же частиц и жидкостей, но уже обладающих определенными силами. Так появляется учение о «невесомых», характерное для ньютонианской физики XVIII в. Развитие таких представлений о физических явлениях было связано также с усилением формализма и описательного метода в науке. Если Ньютон отказался от построения гипотез о причинах тяготения, то его последователи декларировали отказ от постро-

ения гипотез о сущности других физических явлений. Молекулярные гипотезы изгонялись из физики. В науке создалось такое положение, когда достаточно было обвинить какую-либо теорию в склонности к картезианству, чтобы дискредитировать ее. Французский физик Лесаж, выдвинувший в 1784 г. свою механическую теорию тяготения, указывал, что физики боялись повредить себе и лишиться материальных выгод, поэтому никто раньше не предложил подобной теории. Весьма откровенно по этому поводу высказался один из видных физиков первой половины XVIII столетия Мушенбрук – изобретатель лейденской банки – в своем предисловии к переводу «Начал» Ньютона. Главным достижением техники XVIII в. стало изобретение паровой машины (1784), вызвавшее перестройку многих промышленных технологий и появление новых средств производства. В связи с быстрым развитием металлургии, машинной и военной промышленности интерес к физике растет. Начинается выпуск не только сводных, но и специализированных научных журналов, количество и тиражи научных изданий показывают постоянный рост. Повысился престиж науки, лекции видных ученых привлекают толпы любознательного народа. Физики-экспериментаторы в этот период уже располагали множеством измерительных инструментов приемлемой точности и средствами изготовления недостающих приборов. Смысл термина «физика» сузился, из сферы этой науки были выделены астрономия, геология, минералогия, техническая механика, физиология.

Картезианство, не подтверждаемое опытом, быстро теряет сторонников. Даламбер в 1743 г. иронически назвал картезианцев «почти не существующей сектой». Ускоренными темпами развивались механика и учение о теплоте. Во второй половине века начинается интенсивное изучение электричества и магнетизма. В рамках ньютоновской системы мира с большим успехом формируется новая небесная механика. Характерной особенностью физики XVIII в. является тот факт, что все разделы физики, а также химии и астрономии развивались независимо, попытка Декарта создать единую целостную систему знаний была признана неудачной и на время оставлена. Однако носителями природных сил по-прежнему считались декартовские «тонкие материи» – невидимые, невесомые и всепроникающие (теплород, электрическая и магнитная жидкости).

Первоначально теоретическая и прикладная физика развивались в значительной степени независимо, например, в изобретении очков не участвовали теоретики-оптики. С XVIII в. взаимодействие теории с

практикой начинает становиться более интенсивным, хотя в разных разделах физики ситуация разная – в более развитых разделах взаимодействие более заметно. Например, термодинамика делала только первые шаги, и паровая машина была построена без помощи теоретиков, а вот развитие оптического приборостроения в XVIII в. уже существенно опирается на хорошо развитую теорию

Создание аналитической механики начал Эйлер в 1736 г.; позднее (1760) он исследовал не только движение материальной точки, но и произвольного твердого тела. Д'Аламбер в монографии «Динамика» (1742) и Лагранж в «Аналитической механике» (1788) объединили статику и динамику единым подходом (основанным на «принципе д'Аламбера») и завершили превращение теоретической механики в раздел математического анализа.

Вторую после Декарта попытку охватить единой механической теорией все законы природы предпринял рагузский ученый Руджер Бошкович в монографии «Теория натуральной философии, сведенная к единому закону сил, существующих в природе» (1759). Первоэлементами материи, согласно Бошковичу, являются неделимые и непротяженные материальные точки, которые могут в зависимости от расстояния притягиваться друг к другу или отталкиваться (вблизи они всегда отталкиваются, а в значительном удалении – притягиваются). С помощью этой гипотезы Бошкович качественно объяснил множество физических явлений. Несмотря на общую метафизичность, работы Бошковича, отличавшиеся идейным богатством, в XIX в. оказали большое влияние на развитие физики, в частности, на формирование у Фарадея концепции физического поля.

Создание динамики жидкостей и газов связано с пионерской работой Даниила Бернулли «Гидродинамика» (1738). В этой работе Бернулли с механических позиций исследовал разнообразные виды движения жидкостей и газов, дал фундаментальный закон Бернулли, впервые ввел понятие механической работы.

В первой половине XVIII в. единственным источником электричества служила электризация трением. Первый существенный вклад в электростатику сделал Стивен Грей, исследовавший передачу электричества от одного тела к другому. Проведя серию опытов, он открыл электростатическую индукцию и заодно доказал, что электрические заряды располагаются на поверхности электризуемого тела.

В 1734 г. французский ученый Шарль Франсуа Дюфе показал, что существуют два вида электричества: положительное и отрицательное

(сам он использовал термины «стеклянное» и «смоляное»). Дюфе также впервые высказал предположение об электрической природе грома и молнии и о том, что электричество играет скрытую, но значительную роль в физических процессах.

Теория Франклина не объясняла, однако, почему отрицательно заряженные тела, лишенные электричества, отталкиваются так же, как и положительно заряженные, поэтому многие физики склонялись к мнению, что «электрических жидкостей» все-таки две.

Конец века ознаменовался двумя этапными событиями в истории электричества. В 1785 г. появился первый из мемуаров Кулона, в них был описан и обоснован точными опытами закон Кулона, и его сходство с законом всемирного тяготения позволило в короткий срок (к 1828 г.) завершить математические основы электростатики, применив в ней ранее разработанные аналитические методы.

В деле изучения магнетизма прогресс был менее заметен. Появились несколько феноменологических теорий, претендовавших на объяснение свойств магнитов. Эйлер в 1744 г. опубликовал свою теорию магнетизма, предположив, что он вызван некой «магнитной жидкостью», струящейся в магните и железе через особые «магнитные поры». Аналогичная жидкость фигурировала в альтернативной теории Франклина и Эпинуса.

Представление о «тонкой материи огня», переносящей тепло, в XVIII в. сохранилось и даже расширилось. В существование теплорода – носителя теплоты верили многие физики, начиная с Галилея, однако другой лагерь, в который входили Роберт Бойль, Роберт Гук, Даниил Бернулли, Леонард Эйлер и М. В. Ломоносов, придерживался молекулярно-кинетической гипотезы: тепло есть движение внутренних микрочастиц. Обе гипотезы носили качественный характер, и это не позволяло осуществить их сравнение и проверку (понятие о механическом эквиваленте теплоты, решившее спор, возникло только в следующем веке). Некоторые ученые считали, что тепло, электричество и магнетизм представляют собой видоизменения одной и той же эфирной материи. Истинную природу процесса горения как реакции окисления раскрыл только Лавуазье в 1780-е гг.

В начале века немецкий физик Габриель Фаренгейт изобрел термометр (на ртутной или спиртовой основе) и предложил шкалу Фаренгейта (точнее, первый ее вариант, позднее им же скорректированный). До конца века появились и другие варианты температурной шкалы: Реомюра (1730), Цельсия (1742) и др. С этого момента открывается возможность точного измерения количества тепла.

В оптике под влиянием ньютоновской критики волновая теория света в течение XVIII в. почти потеряла сторонников, несмотря на решительную поддержку Эйлера и некоторых других авторитетов. Из новых достижений можно упомянуть важное для астрономов изобретение фотометра (1740, Бугер, усовершенствован Румфордом в 1795 г.). Ламберт разработал метрологию оптики – дал строгие определения понятий яркости и освещенности, сформулировал зависимость освещенности поверхности от ее площади и угла наклона, выяснил закон падения интенсивности света в поглощающей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжов, К. В. Сто великих изобретений / К. В. Рыжов. – М.: Вече, 2005. – 524 с.
2. Дягилев, Ф. М. Из истории отечественной физики 20 в. / Ф. М. Дягилев. – Нижневартовск: изд-во Нижневартовского пед. ин-та, 2000. – 179 с.

УДК 53.01

Тишук Д. Ю., студент 2-го курса МСФ

ФИЗИКА МИКРОМИРА: ОТ ЛЕВКИППА ДО ХИГГСА

Научный руководитель – Цвыр А. В., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: атомы, элементарные частицы, протоны, нейтроны, мюоны, бозоны, гравитоны.

Аннотация. В статье изложена физика микромира. Описывается стандартная модель как удачная описательная теория мира элементарных частиц. На ее основе можно делать расчеты и часто очень точные, и сравнивать их с тысячами совершенно разных экспериментальных результатов.

Keywords: atoms, elementary particles, protons, neutrons, muons, bosons, gravitons.

Summary. The article describes the physics of the microworld. The standard model is described as a successful descriptive theory of the world of elementary particles. Based on it, you can make calculations, often very accurate, and compare them with thousands of completely different experimental results.

Мыслители древности заметили, что окружающий их мир природы, с одной стороны, подвижен и изменчив, с другой стороны, остается

одним и тем же. Это наталкивало на вывод, что в основе всего окружающего мира лежит некая единая субстанция, из которой все окружающее человека и состоит. Стала развиваться мысль о том, что наша материя не является бесконечно делимой, что определенная степень деления материи приводит к первичным и далее неразделимым сущностям, которые в тоже время называли началами. Именно эти начала и составляют основу всего окружающего. Такие рассуждения привели мыслителей к гениальной мысли, что эти сущности представляют собой мельчайшие частички (элементарные частицы), которые не видны невооруженному человеческому глазу.

Представители атомистических идей в философии под такими элементарными частицами понимали атомы – мельчайшие, неделимые сущности, которые могут обладать разнообразной формой. Атомы являются первоначалом всего сущего, всех чувственных вещей, свойства которых определяются формой составляющих их атомов. Основоположниками атомистических представлений в античной философии выступали древнегреческие философы Левкипп (V в. до н. э.) и его ученик Демокрит Абдерский (ок. 460 до н. э. – ок. 370 до н. э.). Стронником атомизма так же был Платон (424/423 до н. э. – 348/347 до н. э.), который утверждал, что атомы имеют форму идеальных правильных многоугольников.

Во времена Римской Империи и в философии средневековья атомизм практически не обсуждался. Интерес к атомистическим представлениям о мире возвращается в XVI–XVII вв. в трудах Джордано Бруно, Галилео Галилея и др.

Представления об атоме как неделимой частице вещества просуществовали до конца XIX в., когда в 1897 г. Дж. Дж. Томсон заявил об открытии им частиц значительно меньших атома, которые имеют отрицательный заряд. Позже эту частицу назовут электрон. После открытия Томсон считал, что атом состоит из положительно заряженной субстанции, в которую «вкраплены» электроны подобно изюму в пудинге. Несостоятельность данной модели была показана в ходе эксперимента Эрнеста Резерфорда в 1909 г. по рассеянию α -частиц на золотой фольге. В подавляющем большинстве случаев углы рассеяния были невелики. Но примерно одна из восьми тысяч α -частиц возвращалась назад, т. е. рассеивалась на углы близкие к 180° . Это свидетельствовало о том, что α -частица встречала на своем пути массивное образование с очень большой плотностью. Так появилась идея о суще-

ствовании положительно заряженного атомного ядра, в котором сосредоточена практически вся масса атома, а размеры его на четыре-пять порядков меньше размеров атома. Позже, в 1919 г., Резерфордом был экспериментально обнаружен протон – положительная элементарная частица, входящая в состав ядра, и предсказано существование частицы примерно равной по массе протону, но не имеющей заряда – нейтрона. Джеймс Чедвик в 1932 г. экспериментально подтвердил существование нейтрона, за что в 1935 г. был удостоен Нобелевской премии.

Примерно в одно время с открытием состава ядра формируется представление о фотоне – элементарной частице, переносящей электромагнитное взаимодействие. В 1909–1915 гг. Альберт Эйнштейн пишет на эту тему множество статей.

Когда появятся протоны, нейтроны и модель ядра, то возникает вопрос: за счет чего ядро является устойчивым? Следовательно, возникает и потребность в теории внутриядерных сил. Мезонная теория внутриядерных сил была создана Игорем Евгеньевичем Таммом, Д. Д. Иваненко и Хидэки Юкава. Она вводит понятие частиц мезонов – это частицы, являющиеся переносчиками сильного взаимодействия и отвечающие за удержание протонов и нейтронов в атомных ядрах. Расчеты, выполненные в 1934 г. японским теоретиком Х. Юкавой, показали, что по массе эти объекты превосходят электрон в 200–300 раз и, соответственно, в несколько раз уступают протону, поэтому они и получили наименование мезонов, что в переводе с греческого означает «средний».

В 1936 г. в космических лучах были открыты объекты (их назвали мю-мезонами) с массой, соответствующей расчетам Юкавы. Казалось, что искомый квант ядерных сил найден. Но затем выяснилось, что мю-мезоны – это частицы, не имеющие отношения к обменным взаимодействиям между нуклонами. Они вместе с электроном и нейтрино относятся к другому классу объектов микромира – лептонам. Частицы были переименованы в мюоны, а поиски продолжались.

Кванты Юкавы были обнаружены только в 1947 г. и получили название «пи-мезоны», или пионы. Оказалось, что электрически заряженный либо нейтральный пи-мезон – это действительно та частица, обмен которой позволяет нуклонам сосуществовать в ядре.

На этапе, который проходил с 1935 по 1964 г., в это время были открыты лептоны и андроны. Этот период закончился тем, что число из-

вестных частиц, особенно резонансовых, стало очень большим, и у исследователей появилось понимание, что для элементарности их чересчур много. Ученые пытались построить новые модели, которые сводили бы известные частицы к более элементарным, а также старались уменьшить их количество.

Мюррей Гелл-Манн и Джордж Цвейг в 1964 г. решили данную задачу, предложив составную модель андронов, введя гипотезу существования кварков. В их модели было очень мало кварков, но остались лептоны. В дальнейшем в целях развития теории число кварков было увеличено, также появляются новые частицы, но их число уже принципиально меньше. В результате оформляется квантовая хромодинамика – квантовая механика кварков. Приставка хромо появляется вследствие того, что кварки обладают параметром «цветной заряд», который определяется цветом, но не имеет отношения к реальному цвету.

В 1974 г. появляется первая теория Великого объединения, в которой ученым удается объединить три взаимодействия, т. е. все, кроме гравитационного.

Возникает новая классификация элементарных частиц, но первую теорию Великого объединения было необходимо экспериментально подтвердить.

Подтверждение требовалось для факта существования калибровочных (фундаментальных) бозонов:

- фотон как переносчик электромагнитного взаимодействия был известен;
- 1983 г. экспериментально обнаружены W_{\pm} -бозоны и Z -бозоны, которые переносят слабое взаимодействие;
- появляются глюоны, которые переносят сильное взаимодействие.

После вышеперечисленных открытий теория электрослабых взаимодействий перестает носить абстрактный характер. Возникает схема элементарных частиц, которая называется *Стандартной моделью* (рис. 1), рядом с ней находится такое понятие, как гравитон. Ученые по-разному относятся к его интерпретации.

Для того, чтобы объяснить, что у частиц существует масса Питер Хиггс в 1964 г. вводит бозон Хиггса, который был открыт в 2012 г. Автор открытия 1964 г. получает за него Нобелевскую премию в 2013 г.

масса →	~2,16 МэВ/с ²	~1,27 ГэВ/с ²	~172,7 ГэВ/с ²	0	~125,25 ГэВ/с ²
заряд →	2/3	2/3	2/3	0	0
спин →	1/2	1/2	1/2	1	0
	u верхний	c очарованный	t истинный	g глюон	H бозон Хиггса
КВАРКИ	~4,67 МэВ/с ²	~93,4 МэВ/с ²	~4,18 ГэВ/с ²	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	d нижний	s странный	b прелестный	γ фотон	
ЛЕПТОНЫ	0,511 МэВ/с ²	105,7 МэВ/с ²	1,777 ГэВ/с ²	91,19 ГэВ/с ²	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	e электрон	μ мюон	τ тау-лептон	Z Z-бозон	
	<1,1 эВ/с ²	<0,19 МэВ/с ²	~18,2 МэВ/с ²	80,38 ГэВ/с ²	
	0	0	0	±1	
	1/2	1/2	1/2	1	
	ν_e электронное нейтрино	ν_μ мюонное нейтрино	ν_τ тау-нейтрино	W W-бозон	
					КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ (ВЕКТОРНЫЕ)
					СКАЛЯРНЫЕ БОЗОНЫ

Рис. 1. Стандартная модель элементарных частиц

Таким образом, согласно *Стандартной модели*, элементарные частицы делятся на фермионы, из которых и состоит вся материя, и бозоны, которые переносят различные виды взаимодействий между фермионами. Фермионы делятся на кварки, сильно взаимодействующие между собой и запертые внутри более сложных частиц вроде адронов, и лептоны, которые свободно существуют в пространстве. Кварки делятся на две группы: верхнего типа, к которым относят кварки с зарядом $+2/3$ (верхний, очарованный и истинный кварки), и нижнего типа, к которым относят кварки с зарядом $-1/3$, (нижний странный и прелестный кварки).

Лептоны также делятся на две группы: 1) с зарядом «-1», к ней относят: электрон, мюон (более тяжелая частица) и Т-частица (самая массивная); 2) с нейтральным зарядом: электронное нейтрино, мюонное нейтрино и Т-нейтрино. Бозоны, как отмечалось выше, позволяют фермионам связываться друг с другом. Из всех бозонов выделяется бозон Хиггса, которых определяет массу элементарных частиц. Масса элементарной частицы, зависит от того, насколько сильно она взаимодействует с полем Хиггса, постоянно пролетая внутри него.

Стандартная модель – это исключительно удачная описательная теория мира элементарных частиц. На ее основе можно делать расче-

ты, часто очень точные, и сравнивать их с тысячами совершенно разных экспериментальных результатов.

И тем не менее у *Стандартной модели* есть свои трудности. Многие из них связаны с тем, что эта теория многое описывает, но не объясняет, откуда оно взялось, не позволяет его вывести из более глубоких принципов. Так же в *Стандартной модели* отсутствуют частицы темной материи (антивещества), которое считается общепринятым в астрофизике. Значит, изучение мира элементарных частиц не закончено и будет продолжаться в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солопова, М. А. Античный атомизм: к вопросу о типологии учений и истоках генезиса / М. А. Солопова. // Вопросы философии. – 2011. – № 8. – С. 157–168.
2. Окунь, Л. Б. Введение в физику элементарных частиц / Л. Б. Окунь. – М.: Наука, 1988. – 128 с.
3. Окунь, Л. Б. Лептоны и кварки / Л. Б. Окунь. – 2-е изд. – М.: Наука, 1990. – 346 с.
4. Емельянов, В. М. Стандартная модель и ее расширения / В. М. Емельянов. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.

УДК 53.01

Ковтунов В. А., студент 2-го курса МСФ

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ ДО СЕРЕДИНЫ XVIII в.

Научный руководитель – Цвыр А. В., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: электрон, магнетизм, заряд, электричество.

Аннотация. В статье изложено развитие представлений об электричестве до середины XVIII в. Приводятся различные опыты и теории в области электричества и электромагнитных явлений известных ученых и исследователей того времени.

Keywords: electron, magnetism, charge, electricity.

Summary. The article outlines the development of ideas about electricity until the middle of the 13th century. Various experiments and theories in the field of electricity and electromagnetic phenomena of famous scientists and researchers of that time are presented.

Первые задокументированные сведения об электрических явлениях относятся к глубокой древности. В древнеегипетских текстах датирове-

мых 2750 г. до н. э. упоминается о свойствах электрических рыб, называемых «Громовержец Нила». Тысячелетия спустя о таких рыбах сообщают древнегреческие, римские и арабские естествоиспытатели и врачи, которые советуют применять их разряды от излечения подагры и головной боли.

Греческий философ Фалес Милетский (640–545 до н. э.) обнаружил, что при натирании янтаря (окаменелого древесного сока) мехом животных, он начинает притягивать легкие предметы, такие как перья. Сам того не подозревая, он заметил эффекты статического электричества. Греческое название янтаря – электрон. Отсюда позже и пошло слово «электричество».

Долгое время знание об электричестве не шло дальше подобных представлений. Открытий не происходило и долгое время познания об электричестве ограничивались размышлениями философов.

Первый прорыв случился в начале XVII в., когда в 1600 г. Уильям Гильберт (1544–1603), лейб-медик королевы Англии Елизаветы, опубликовал трактат «О магните, магнитных телах и великом магните Земли» («De magnetibus, magneticisque corporibus, et magno magnetite tellure»). Этот труд был результатом его 18-летних исследований, за которые он взялся в свое время именно как врач, – его заинтересовали целебные свойства, которыми в те времена традиционно наделялись магниты. Проведя всестороннее изучение свойств магнитов, поставив свыше 600 экспериментов, впервые обобщив и систематизировав всю совокупность сведений о магнетизме, он создал первую теорию магнитных явлений. В исследовании электрических явлений он так же оказался абсолютным первопроходцем. Гильберт создал первый в истории электроскоп, названный им «версором», и с помощью этого прибора установил, что наэлектризовать трением можно не только янтарь, но и алмаз, сапфир, горный хрусталь, стекло, серу, сургуч, – всего насчиталось свыше двух десятков таких веществ, которые он в честь янтаря-электрона назвал «электрическими», впервые введя этот термин в науку. Он выявил вещества, которые не способны электризоваться трением, открыл явление утечки электричества во влажной атмосфере, его уничтожение в пламени, экранирующее действие на электрические заряды бумаги, ткани или металлов, изолирующие свойства некоторых материалов. Гильберт был первым, кто отделил электрические явления от магнитных и сумел четко сформулировать различия между ними.

Через пол столетия после смерти Гильберта глава города Магдебурга бургомистр Отто Герике (1602–1686) продолжил опыты коро-

левского лейб-медика. Он был твердо уверен, что Гильберт мог достичь более интересных результатов, если бы он ставил опыты в больших масштабах. Герике сделал очевидный вывод, что количество добываемого трением электричества будет тем больше, чем будет больше натираемый объект. Для этих целей он изготовил большой серный шар. Осуществив эту идею, Герике создал одну из первых электростатических машин (генераторов), производящих электричество трением, – вращающийся шар из серы (рис. 1), натираемый руками. С помощью этой машины Герике в 1663 г. открыл явление электростатического отталкивания одноименно заряженных предметов, а в 1672 г. он обнаружил явление, названное впоследствии электролюминесценцией – заряженный шар потрескивал и светился в темноте.

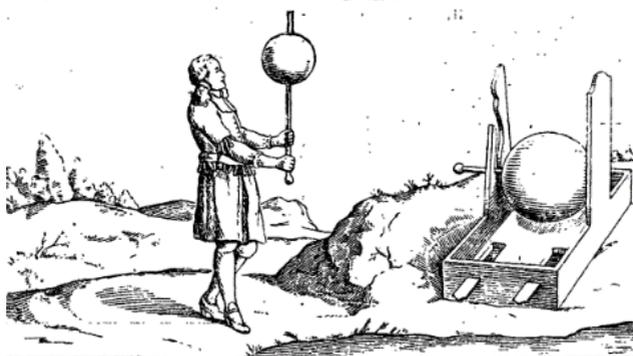


Рис. 1. Электрическая машина

Результаты своих исследований Герике опубликовал только в 1672 г. в своей книге «Новые, так называемые магдебургские, опыты о пустом пространстве» («Experimenta nova, ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio»), изданной в Амстердаме на латыни.

Более чем через двадцать лет после смерти Герике, в 1708 г., член Лондонского Королевского общества доктор Уильям Уолл сообщил в печати о новых наблюдениях над наэлектризованными телами. Из большого куска натертого янтаря Уолл однажды извлек значительных размеров голубую искру. Явление это сопровождалось треском. Искра ударила в палец, и исследователь почувствовал сильный болезненный укол. Доктор Уолл прямо указывает, что «свет и треск наэлектризованных тел можно до некоторой степени уподобить молнии и

грому». Однако этот новый важный факт и правильное заключение Уолла долго оставались неизвестными многим ученым. Впрочем, некоторые ученые при этом добились и новых интересных результатов. Племянник Уолла, член английского Королевского общества, Френсис Гауксби (1660–1713) заметил, что сильно натертый рукой полый стеклянный шар наполняется каким-то слабым светом. Такой же свет несколько раньше наблюдал французский физик Пикар, когда встряхивал ртуть в стеклянной трубке барометра, причем там, где была торричеллиева пустота, как бы вспыхивал холодный свет. Как и многие другие исследователи, Гауксби накапливал новые факты, но научно объяснять их не умел. Его интересные опыты вскоре оказались забытыми.

Немало опытов по электризации различных веществ проделали также известные ученые Роберт Бойль, Исаак Ньютон и др., но и они не подвинули вперед науку об электричестве.

Новые сведения об электричестве появились после 1729 г., когда член Лондонского Королевского общества Стивен Грей (1666–1736) экспериментально установил возможность передачи электричества на расстояние. Сущность его открытия состояла в предположении о том, что электричество представляет собой нечто, могущее перетекать с одного места на другое без внешнего проявления какого-либо движения материи. Так Грей заложил фундамент учения о проводниках и непроводниках электричества.

В поисках теоретического объяснения опытов Грея их продолжил директор Парижского Королевского Ботанического сада, член Парижской Академии Наук и Лондонского Королевского общества Шарль Франсуа Дюфэ (1698–1739). В своих экспериментах Дюфэ использовал электрометр, который он построил на основе «версора» Гильберта, сделав тот намного более чувствительным. Сконструированный прибор позволял измерять, хоть и довольно грубо, величину заряда. Повторив опыт Грея, Дюфэ сумел по нитке передать электричество на огромное, по тем временам, расстояние в 1256 футов. А в 1733 г. Дюфэ открыл два рода электрического заряда – «стеклянный» и «смоляной» (отрицательный и положительный в современной терминологии) и доказал, что одноименно наэлектризованные тела отталкиваются друг от друга, а разноименно – притягиваются.

В 1745 г. немецкий каноник Эвальд Юрген фон Клейст (1700–1748) и Питер ван Мушенбрук (1692–1761), лейденский естествоиспытатель и владелец предприятия по изготовлению научной аппаратуры, независимо друг от друга изобрели первый электрический конденсатор –

устройство позволяющее накапливать заряд. По имени города Лейдена, где Мушенбрук проводил свои опыты, новый прибор был назван «лейденской банкой» (рис. 2). Исключительная важность изобретения «лейденской банки» заключалась в том, что теперь естествоиспытатели могли получать и накапливать значительные электрические заряды и экспериментировать с ними. Исследователи обратили внимание на физиологическое действие электрического разряда лейденской банки, сравнив его с ударом ската. Так же было замечено, что электрическая искра, как и молния, убивает животных, плавит металлы, вызывает запах фосфора.

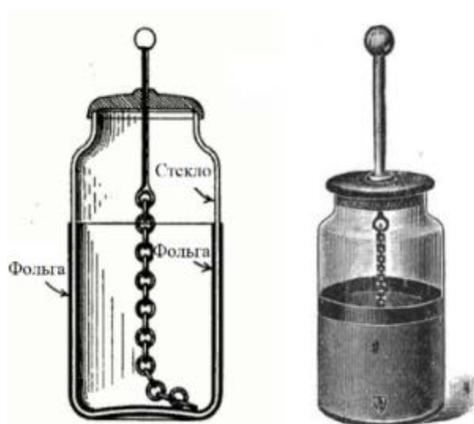


Рис. 2. Лейденская банка

Экспериментальный метод проверки гипотезы об электрической природе молнии предложил американский естествоиспытатель Бенджамин Франклин (1706–1790). Франклин предложил в 1752 г. эксперимент, в ходе которого воздушный змей с прикрепленной к его верхушке заостренной токопроводящей проволокой проносится над грозовыми облаками, чтобы собрать статическое электричество из воздуха и передать его по мокрой бечевке змея на землю. Такой эксперимент был проведен в мае 1752 г. в Марли-ла-Виль, на севере Франции, Томасом-Франсуа Далибаром (1709–1778). Попытка повторить эксперимент привела к гибели Георга Вильгельма Рихмана (1711–1753) в Санкт-Петербурге в августе 1753 г.; считалось, что он стал жертвой шаровой молнии.

Франклин многократно затем повторил этот опыт в более удобной форме, используя длинный железный стержень, вертикально поставленный на крыше своего дома. Он объяснил, каким образом такой стержень может защитить от ударов молнии, и описал способ расположения этого стержня для осуществления подобной защиты. В результате многочисленных наблюдений Франклин пришел к выводу, что грозовые облака заряжены большей частью отрицательно, хотя несколько раз они оказывались и положительно заряженными.

Между тем спустя менее месяца после опытов в Марли, 7 июня 1752 г., Луи Гийом Лемонье (1715–1799) открыл совершенно новое явление – наэлектризованность атмосферы даже при ясной погоде. В апреле 1753 г. Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765), действуя совершенно самостоятельно, подтвердил это открытие Лемонье.

После смерти Рихмана практически все исследователи прекратили изучение атмосферного электричества. Но Ломоносов продолжал работу. Он выдвинул свою собственную теорию грозовых процессов. Возникновение атмосферного электричества он связал с восходящими и нисходящими потоками воздуха, создающимися в результате различия давления и температур в верхних и нижних слоях атмосферы. Одновременно с теорией грозы Ломоносов выдвинул и теорию северных сияний. Северные сияния, по его мнению, также имеют электрическую природу. Он рассматривал северные сияния как свечение, вызываемое электрическими зарядами в крайне разреженной атмосфере на очень большой высоте над Землей. Ломоносов приводит результаты своих специальных опытов со свечением разряженного воздуха в стеклянном наэлектризованном шаре – это свечение он сравнивал с северным сиянием. Свои воззрения на явления электричества Ломоносов сформулировал в 1756 г. в неопубликованном и сохранившемся лишь в виде тезисов труде «Теория электричества, разработанная математическим путем». В отличие от большинства своих современников Ломоносов полностью отвергает выдвинутую Греем и подхваченную Франклином гипотезу мифической «электрической жидкости». Он объясняет электрические явления свойствами мирового эфира, колебаниями которого объясняется и распространение света по волновой теории Гюйгенса.

Эфирная теория электричества, разработанная Ломоносовым, была передовой для своего времени. Она являлась новым шагом к материалистическому объяснению явлений природы. Эфирная теория получила дальнейшее развитие в трудах Л. Эйлера, а позднее, в XIX в., этой теории придерживался сам великий М. Фарадей.

Подводя итог, можно утверждать, что к середине XVIII в. накопилось много новых фактов, открытий. Однако все исследования носили качественный, описательный характер. Никто еще не мог достаточно точно измерить электрическую силу. Эту проблему ученые решили уже во второй половине XVIII в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейтков, Ф. Летопись электричества / Ф. Вейтков. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1946. – 320 с.
2. Дягилев, Ф. М. Из истории физики и жизни ее творцов / Ф. М. Дягилев. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.
3. Голин, Г. М. Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.): справ. пособие / Г. М. Голин, С. Р. Филонович. – М.: Высш. шк., 1989. – 576 с.

УДК 623.4548(091)

Бараченя А. Н., студентка 1-го курса МСФ
ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ АТОМНОЙ БОМБЫ

Научный руководитель – Подобед М. П., ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: атом, ядро, нуклоны, водород, изотоп, уран, плутоний.

Аннотация. В статье изложена история, развитие и создание атомной бомбы. Приводятся различные опыты и теории в области исследования цепных ядерных реакций.

Keywords: atom, nucleus, nucleons, hydrogen, isotope, uranium, plutonium.

Summary. The article describes the history, development and creation of the atomic bomb. Various experiments and theories in the field of research of nuclear chain reactions are presented.

Мир атома настолько фантастичен, что для его понимания требуется коренная ломка привычных понятий о пространстве и времени. Атомы так малы, что если бы каплю воды можно было увеличить до размеров Земли, то каждый атом в этой капле был бы меньше апельсина. В самом деле, одна капля воды состоит из 6 млрд. атомов водорода и кислорода.

В природе существует только один изотоп – это уран-235, с помощью которого возможно осуществить цепную ядерную реакцию. При-

родный уран состоит из смеси трех изотопов с массами 238, 234 и 235. Основное количество урана приходится на изотоп-238, в ядро которого входят 92 протона и 146 нейтронов. Уран-235 составляет всего 1/140 природного урана (0,7 %) (он имеет в своем ядре 92 протона и 143 нейтрона), а уран-234 (92 протона, 142 нейтрона) лишь – 1/17500 от общей массы урана (0,006 %). Наименее стабильным из этих изотопов является уран-235. Время от времени ядра его атомов самопроизвольно делятся на части, вследствие чего образуются более легкие элементы периодической системы. Процесс сопровождается выделением двух или трех свободных нейтронов, которые мчатся с огромной скоростью – около 10 тыс. км/с (их называют быстрыми нейтронами). Если же нейтрон попадает в ядро неустойчивого урана-235, то немедленно происходит деление – атомы распадаются с испусканием двух или трех нейтронов. Понятно, что в природном уране, большинство атомов которого относятся к изотопу-238, никаких видимых последствий эта реакция не имеет – все свободные нейтроны окажутся в конце концов поглощенными этим изотопом. А если представить себе достаточно массивный кусок урана, целиком состоящий из изотопа-235? Здесь процесс пойдет по-другому: нейтроны, выделившиеся при делении нескольких ядер, в свою очередь, попадая в соседние ядра, вызывают их деление. В результате выделяется новая порция нейтронов, которая расщепляет следующие ядра. При благоприятных условиях эта реакция протекает лавинообразно и носит название цепной реакции. Для ее начала может быть достаточно считанного количества бомбардирующих частиц. Самоподдерживающаяся цепная реакция может возникнуть только в достаточно большом массиве урана-235, обладающим, как говорят, критической массой (эта масса при нормальных условиях равна 50 кг). Важно отметить, что деление каждого ядра сопровождается выделением огромного количества энергии, которая оказывается примерно в 300 млн. раз больше энергии, затраченной на расщепление (подсчитано, что при полном делении 1 кг урана-235 выделяется столько же тепла, сколько при сжигании 3 тыс. т угля). Этот колоссальный выплеск энергии, освобождающейся в считанные мгновения, проявляет себя как взрыв чудовищной силы и лежит в основе действия ядерного оружия. Но для того чтобы это оружие стало реальностью, необходимо, чтобы заряд состоял не из природного урана, а из редкого изотопа – 235 (такой уран называют обогащенным). Позже было установлено, что чистый плутоний также является делящимся материалом и может быть использован в атомном заряде вместо урана-235.

Все эти важные открытия были сделаны накануне Второй мировой войны. Вскоре в Германии и в других странах начались секретные работы по созданию атомной бомбы. В США этой проблемой занялись в 1941 г. Всему комплексу работ было присвоено наименование «Манхэттенского проекта». Административное руководство проектом осуществлял генерал Гровс, а научное – профессор Калифорнийского университета Роберт Оппенгеймер. Оба хорошо понимали огромную сложность стоящей перед ними задачи, поэтому первой заботой Оппенгеймера стало комплектование высокоинтеллектуального научного коллектива. В США тогда было много физиков, эмигрировавших из фашистской Германии. Нелегко было привлечь их к созданию оружия, направленного против их прежней родины. И в самом деле, в нее входили крупнейшие специалисты того времени в области физики и химии (среди них 13 лауреатов Нобелевской премии, в том числе Бор, Ферми, Франк, Чедвик, Лоуренс). Правительство США не скупилось на расходы, и работы с самого начала приняли грандиозный размах. В 1942 г. была основана крупнейшая в мире исследовательская лаборатория в Лос-Аламосе. Главная цель проекта состояла в получении достаточного количества делящегося материала, из которого можно было бы создать несколько атомных бомб. Кроме урана-235, зарядом для бомбы, как уже говорилось, мог служить искусственный элемент плутоний-239, т. е. бомба могла быть как урановой, так и плутониевой. Гровс и Оппенгеймер согласились, что работы должны вестись одновременно по двум направлениям, поскольку невозможно наперед решить, какое из них окажется более перспективным.

Поначалу важнейшей проблемой было получение урана. До войны этот металл фактически не имел применения. Теперь, когда он потребовался сразу в огромных количествах, оказалось, что не существует промышленного способа его производства. Компания «Вестингауз» взялась за его разработку и быстро добилась успеха. В ноябре 1942 г. его промышленное производство на заводах фирмы «Вестингауз» достигло 6000 фунтов в месяц. Одновременно шла работа над созданием ядерного реактора. Процесс производства плутония фактически сводился к облучению урановых стержней нейтронами, в результате чего часть урана-238 должна была обратиться в плутоний. Источниками нейтронов при этом могли быть делящиеся атомы урана-235, рассеянные в достаточном количестве среди атомов урана-238. Но для того чтобы поддерживать постоянное воспроизводство нейтронов, должна была начаться цепная реакция деления атомов урана-235. Между тем,

как уже говорилось, на каждый атом урана-235 приходилось 140 атомов урана-238. Ясно, что у разлетающихся во все стороны нейтронов было гораздо больше вероятности встретить на своем пути именно их, т. е. огромное число выделившихся нейтронов оказывалось без всякой пользы поглощенным основным изотопом. Очевидно, что при таких условиях цепная реакция идти не могла. Как же быть? Сначала представлялось, что без разделения двух изотопов работа реактора вообще невозможна, но вскоре было установлено одно важное обстоятельство: оказалось, что уран-235 и уран-238 восприимчивы к нейтронам разных энергий. Расщепить ядро атома урана-235 можно нейтроном сравнительно небольшой энергии, имеющим скорость около 22 м/с. Такие медленные нейтроны не захватываются ядрами урана-238, а для этого те должны иметь скорость порядка сотен тыс. м/с. Другими словами уран-238 бесполезен помешать началу и ходу цепной реакции в уране-235, вызванной нейтронами, замедленными до крайне малых скоростей – не более 22 м/с. Это явление было открыто итальянским физиком Ферми, который с 1938 г. жил в США и руководил здесь работами по созданию первого реактора. В качестве замедлителя нейтронов Ферми решил применить графит. По его расчетам, вылетевшие из урана-235 нейтроны, пройдя через слой графита в 40 см, должны были снизить свою скорость до 22 м/с и начать самоподдерживающуюся цепную реакцию в уране-235, а также дейтерий, входящий в состав «тяжелой» воды. В начале 1942 г. под руководством Ферми в помещении теннисного корта под западными трибунами Чикагского стадиона началось строительство первого в истории ядерного реактора. Все работы ученые проводили сами. Управление реакцией можно осуществлять единственным способом – регулируя число нейтронов, участвующих в цепной реакции. Ферми предполагал добиться этого с помощью стержней, изготовленных из таких веществ, как бор и кадмий, которые сильно поглощают нейтроны. Для замедления реакции служили введенные в реактор стержни из кадмия и бора. 2 декабря 1942 г. Ферми приказал выдвинуть все контрольные стержни, и эксперимент начался. Через четыре минуты нейтронные счетчики стали щелкать все громче и громче. С каждой минутой интенсивность нейтронного потока становилась больше. Это говорило о том, что в реакторе идет цепная реакция. Она продолжалась в течение 28 минут. Затем Ферми дал знак, и опущенные стержни прекратили процесс. Так впервые человек освободил энергию атомного ядра и доказал, что может контролировать ее по своей воле. Теперь уже не было сомнения, что ядерное ору-

жие – реальность. В 1943 г. реактор Ферми демонтировали и перевезли в Арагонскую национальную лабораторию (50 км от Чикаго). Здесь был вскоре построен еще один ядерный реактор, в котором в качестве замедлителя использовалась тяжелая вода. Главным центром «Манхэттенского проекта» вскоре стал городок Ок-Ридж в долине реки Теннесси, население которого за несколько месяцев выросло до 79 тыс. человек. Здесь в короткий срок был построен первый в истории завод по производству обогащенного урана. Тут же в 1943 г. был пущен промышленный реактор, вырабатывавший плутоний. В феврале 1944 г. из него ежедневно извлекали около 300 кг урана, с поверхности которого путем химического разделения получали плутоний (для этого плутоний сначала растворяли, а потом осаждали). Очищенный уран после этого вновь возвращался в реактор. В том же году в бесплодной унылой пустыне на южном берегу реки Колумбия началось строительство огромного Хэнфордского завода. Здесь размещалось три мощных атомных реактора, ежедневно дававших несколько сот граммов плутония. Параллельно полным ходом шли исследования по разработке промышленного процесса обогащения урана. В 1940 г. под руководством Эрнста Лоуренса в Калифорнийском университете начались исследования по разделению изотопов урана электромагнитным методом. Результатом его усилий стало появление калутрона, который был установлен на гигантском заводе в Ок-Ридже. Ученые США к 1944 г. создали уникальную технологию обогащения урана и производства плутония. Тем временем в Лос-Аламосской лаборатории работали над проектом самой бомбы. Принцип ее действия был в общих чертах ясен уже давно: делящееся вещество (плутоний или уран-235) следовало в момент взрыва перевести в критическое состояние (для осуществления цепной реакции масса заряда должна быть даже заметно больше критической) и облучить пучком нейтронов, что влекло за собой начало цепной реакции. По расчетам, критическая масса заряда превосходила 50 кг, но ее смогли значительно уменьшить. Одна из возможных конструкций атомной бомбы состоит из двух кусков урана, которые, соединяясь, образуют массу больше критической. Для того чтобы вызвать взрыв бомбы, надо как можно быстрее сблизить их.

Второй метод основан на использовании сходящегося внутрь взрыва. В этом случае поток газов от обычного взрывчатого вещества направлялся на расположенный внутри делящийся материал и сжимал его до тех пор, пока он не достигал критической массы. Соединение заряда и интенсивное облучение его нейтронами, как уже говорилось,

вызывает цепную реакцию, в результате которой в первую же секунду температура возрастает до 1 млн. градусов. За это время успевало разделиться всего около 5 % критической массы. Остальная часть заряда в бомбах ранней конструкции испарялась без всякой пользы.

Первая в истории атомная бомба (ей было дано имя «Тринити») была собрана летом 1945 г. А 16 июня 1945 г. на атомном полигоне в пустыне Аламогордо (штат Нью-Мексико) был произведен первый на Земле атомный взрыв. Бомбу поместили в центре полигона на вершине стальной 30-метровой башни. Вокруг нее на большом расстоянии размещалась регистрирующая аппаратура. В 9 км находился наблюдательный пункт, а в 16 км – командный. Мощность взорвавшейся бомбы превзошла все ожидания. Как только позволила радиационная обстановка, несколько танков «Шерман», выложенные изнутри свинцовыми плитами, ринулись в район взрыва. На одном из них находился Ферми, которому не терпелось увидеть результаты своего труда. Его глазам предстала мертвая выжженная земля, на которой в радиусе 1,5 км было уничтожено все живое. Песок спекся в стекловидную зеленоватую корку, покрывавшую землю. В огромной воронке лежали изуродованные остатки стальной опорной башни. Сила взрыва была оценена в 20 000 т. тротила. Следующим шагом должно было стать боевое применение бомбы против Японии, которая после капитуляции фашистской Германии одна продолжала войну с США и их союзниками. Ракет-носителей тогда еще не было, поэтому бомбардировку предстояло осуществить с самолета. Компоненты двух бомб были с большой осторожностью доставлены крейсером «Индианаполис» на остров Тиниан, где базировалась 509-я сводная группа ВВС США. По типу заряда и конструкции эти бомбы несколько отличались друг от друга. Первая бомба – «Малыш» – представляла собой крупногабаритную авиационную бомбу с атомным зарядом из сильно обогащенного урана-235. Длина ее была около 3 м, диаметр – 62 см, вес – 4,1 т. Вторая бомба – «Голстяк» – с зарядом плутония-239 имела яйцеобразную форму с крупногабаритным стабилизатором. Длина ее составляла 3,2 м, диаметр – 1,5 м, вес – 4,5 т. 6 августа бомбардировщик Б-29 «Энола Гэй» полковника Тиббетса сбросил «Малыша» на крупный японский город Хиросиму. Бомба опускалась на парашюте и взорвалась, как это и было предусмотрено, на высоте 600 м от земли. Последствия взрыва были ужасны. Прежде всего над Хиросимой прошла тепловая волна. Ее действие длилось всего несколько мгновений, но было настолько мощным, что расплавил даже черепицу и кристаллы кварца в гранит-

ных плитах, превратило в уголь телефонные столбы на расстоянии 4 км и, наконец, настолько испепелило человеческие тела, что от них остались только тени на асфальте мостовых или на стенах домов. Затем из-под огненного шара вырвался чудовищный порыв ветра и прочмчался над городом со скоростью 800 км/ч, сметая все на своем пути. Не выдержавшие его яростного натиска дома рушились, как подкошенные. В гигантском круге диаметром 4 км не осталось ни одного целого здания. Через несколько минут после взрыва над городом прошел черный радиоактивный дождь – это превращенная в пар влага сконденсировалась в высоких слоях атмосферы и выпала на Землю в виде крупных капель, смешанных с радиоактивной пылью. После дождя на город обрушился новый порыв ветра, на этот раз дувший в направлении эпицентра. Из 76 тыс. зданий полностью разрушилось и сгорело 55 тыс. Всего от взрыва и лучевой болезни погибло около 240 тыс. человек. Около 160 тыс. получили лучевую болезнь в более легкой форме – их мучительная смерть оказалась отсроченной на несколько месяцев или лет. Когда известие о катастрофе распространилось по стране, вся Япония была парализована страхом. Он еще увеличился, после того как 9 августа самолет «Бокс Кар» майора Суини сбросил вторую бомбу на Нагасаки. Здесь также погибло и было ранено несколько сот тыс. жителей. Не в силах противостоять новому оружию, японское правительство капитулировало, атомная бомба положила конец Второй мировой войне. Война закончилась. Она продолжалась всего шесть лет, но успела изменить мир и людей почти до неузнаваемости. Человеческая цивилизация до 1939 г. и человеческая цивилизация после 1945 г. разительно не похожи друг на друга. Тому есть много причин, но одна из важнейших – появление ядерного оружия. Можно без преувеличений сказать, что тень Хиросимы лежит на всей второй половине XX в. Современный человек уже не может думать о мире так, как думали о нем до 6 августа 1945 г., он слишком ясно понимает, что этот мир может за несколько мгновений превратиться в ничто. Современный человек не может смотреть на войну, так как смотрели его деды и прадеды, он достоверно знает, что эта война будет последней, и в ней не окажется ни победителей, ни побежденных. Ядерное оружие наложило свой отпечаток на все сферы общественной жизни, и современная цивилизация не может жить по тем же законам, что шестьдесят или восемьдесят лет назад. Никто не понимал этого лучше самих создателей атомной бомбы. «Люди нашей планеты, – писал Роберт Опенгеймер, – должны объединиться. Ужас и разрушение,

посеянные последней войной, диктуют нам эту мысль. Взрывы атомных бомб доказали ее со всей жестокостью. Другие люди в другое время уже говорили подобные слова – только о другом оружии и о других войнах. Они не добились успеха. Но тот, кто и сегодня скажет, что эти слова бесполезны, введен в заблуждение превратностями истории. Нас нельзя убедить в этом. Результаты нашего труда не оставляют человечеству другого выбора, кроме как создать объединенный мир. Мир, основанный на законности и гуманизме».

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжов, К. В. Сто великих изобретений / К. В. Рыжов. – М.: Вече, 2005. – 524 с.

УДК 345.67

Бараченя А. Н., студентка 1-го курса МСФ

А. Д. САХАРОВ: ФРАГМЕНТЫ БИОГРАФИИ

Научный руководитель – Подобед М. П., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: атом, ядро, водород, изотоп, «отец» водородной бомбы.

Аннотация. В статье изложена история, развитие и создание водородной бомбы. Приводятся различные опыты и теории в области исследования термоядерных реакций.

Keywords: atom, nucleus, hydrogen, isotope, “father” of the hydrogen bomb.

Summary. The article describes the history, development and creation of the hydrogen bomb. Various experiments and theories in the field of research of thermonuclear reactions are presented.

Мы имеем один экземпляр
Вселенной и не можем над
ним экспериментировать.

В. Гинзбург

Андрей Дмитриевич Сахаров (1921–1989) великий ученый нашей страны, «отец» водородной бомбы, академик, лауреат Нобелевской премии мира родился 21 мая в г. Москве. Его отец, Дмитрий Иванович, с золотой медалью окончил Гнесинское училище по классу рояля

и прекрасно владел этим инструментом, имел абсолютный слух, сочинял музыку, любил стихи А. Блока. После окончания гимназии Дмитрий пошел в медицинский институт, а затем перешел на физико-математический факультет Московского университета и закончил его, став преподавателем физики. Он является автором научно-популярных книг, учебников и задачников, был знаком со многими известными физиками нашей страны. Мать, Екатерина, была дочерью профессионального военного, хорошо ездила верхом, закончила Дворянский институт в Москве. Несколько лет преподавала гимнастику в одном из учебных заведений. Была верующей и очень огорчилась, когда Андрей перестал молиться и в церковь ходил как неверующий. Говоря об этом, Андрей Дмитриевич в своих «Воспоминаниях» писал: «В то же время я не то осмысляющего начала, без источника духовной «теплоты», лежащего вне материи и ее законов. Вероятно, такое чувство можно назвать религиозным». По словам Сахарова, родился он длинным и хилым ребенком, долго не мог поднимать голову, что привело к сплюснутости затылка. В 4 года Андрей самостоятельно научился читать по вывескам и названиям пароходов. С 6 лет он начал заниматься на дому под руководством учительницы чтением, арифметикой, чистописанием, слушал рассказы из Библии. Домашнее образование продолжалось 5 лет. В 1932 г. родители отдали его в 5 класс, но вскоре взяли и решили дома подготовить к экзаменам за 5 и 6 классы. Физикой и математикой с ним занимался отец. В 1934 г. экзамены были успешно сданы, и Андрея зачислили в 7 класс. В 1938 г. он с отличием закончил школу и без экзаменов был принят на физико-математический факультет Московского университета. В октябре 1941 г. МГУ был эвакуирован из Москвы, и четверокурсник Сахаров в декабре 1941 г. прибыл с эшелоном физматовцев в Ашхабад.

После окончания с отличием университета в 1942 г. он был направлен на работу в г. Ковров на военный завод. В дипломе Сахарова значилась специальность «Оборонное металловедение» с правом преподавания физики в средней школе. Не получив на заводе работы по специальности, Сахаров поехал в Москву в Наркомат Вооружения и был перераспределен на патронный завод в г. Ульяновск. Оказавшись не у дел и на этом заводе, он был откомандирован на лесозаготовки в глухую местность под Мелекес. Повредив на этой тяжелой работе руку, Сахаров вернулся на завод и был назначен младшим технологом в заготовительный цех. «Это было опять не то», – вспоминал позднее Андрей Дмитриевич.

В 1943 г. Сахаров женился на Клавдии Алексеевне Вихиревой. В их семье было трое детей: Татьяна (1945), Любовь (1949), Дмитрий (1957). В этом же году Сахаров решил ряд задач по теоретической физике, а с 1944 г. начинает усиленно заниматься, пишет ряд статей и отправляет их в Москву на отзыв. В декабре 1944 г. он получил вызов из Физического института АН СССР для сдачи экзаменов в аспирантуру к И. Е. Тамму и в январе 1945 г. становится аспирантом этого вуза. Для аспирантов было обязательным участие в семинарах, выступление с реферированным докладом и преподавание. Сахаров три семестра читал лекции по физике в Московском энергетическом институте, затем полгода в вечерней рабочей школе.

В 1947 г. он защитил кандидатскую диссертацию и получил предложение от И. В. Курчатова перейти на работу в его институт для занятий теоретической ядерной физикой. Но Сахаров отказался и стал младшим научным сотрудником теоретического отдела ФИАНа, руководимого Таммом. Однако уже в 1948 г. он был включен без всякого согласия с его стороны в научно-исследовательскую группу Тамма для проведения теоретических и расчетных работ по созданию водородной бомбы.

Первая задача, которая была поставлена перед группой Тамма, – анализ расчетов группы Зельдовича по конкретному проекту термоядерного устройства военного назначения. В июне 1949 г. Сахаров был полностью переведен из ФИАНа на «объект» (Арзамас-16) под руководство Ю. Б. Харитона, хотя Тамм был против использования Андрея Дмитриевича только на чисто прикладных направлениях физики. В 1950 г. Сахаровым совместно с Таммом была предложена идея магнитного термоядерного реактора (МТР) с магнитным удержанием и изоляцией плазмы, которая легла в основу работ в СССР по термоядерному управляемому синтезу. В этом же году на «объект» были переведены И. Е. Тамм, И. Я. Померанчук и Н. Н. Боголюбов.

Летом 1953 г. на «объекте» состоялась защита Сахаровым докторской диссертации. В это время на «объекте» шла напряженная завершающая работа по созданию водородной бомбы. Испытание ее произошло на Семипалатинском полигоне 12 августа 1953 г. Это был наземный взрыв первого термоядерного устройства (бомба была подвешена на железо-бетонной вышке). Сахаров получил персональную благодарность от Г. М. Маленкова (председателя Совмина) и И. В. Курчатова. В октябре он единогласно был избран академиком, стал лауреатом Государственной премии, а в декабре 1953 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

На «объекте» продолжались активные работы по увеличению мощности водородных бомб и улучшению их конструкции. В течение 10 лет на Семипалатинском полигоне регулярно проводились надземные взрывы, вплоть до подписания в 1963 г. договора о запрещении испытаний ядерного оружия в трех средах. «Все мы были тогда убеждены в жизненной важности этой работы для равновесия сил во всем мире и увлечены ее грандиозностью», – вспоминал академик Сахаров. На 20 ноября 1955 г. было запланировано испытание «нового изделия по третьей идее» (сброс водородной бомбы с самолета на парашюте). Но когда самолет уже взлетел, внезапно испортилась погода, и самолет надо было сажать на аэродром с водородной бомбой на борту, что означало опасность взрыва. Сахаров и Зельдович вынуждены были сделать письменные заявления, что опасность взрыва не очень велика. Окончательное решение должен был принять И. В. Курчатов, а самолет тем временем продолжал делать круги над Семипалатинском. Курчатов согласился с мнением Сахарова и Зельдовича, и самолету разрешили посадку. Все обошлось благополучно, а Курчатов после говорил, что еще одно такое испытание и он уйдет на пенсию. Описываемое испытание состоялось 22 ноября 1955 г. В 1956 г. Сахаров получил вторую звезду Героя Социалистического Труда и Ленинскую премию, а в 1962 г. он стал трижды Героем Социалистического Труда.

Однако уже в 1958 г. была опубликована статья Сахарова «Радиоактивный углерод ядерных взрывов и непороговые биологические эффекты», где были серьезно поставлены моральные проблемы ядерных испытаний. Из подсчетов Андрея Дмитриевича следовало, что 1 мегатонна испытательных взрывов уносит 10 тыс. человеческих жизней. Сахаров встречается по этим проблемам в 1958 г. с И. В. Курчатовым и обсуждает предложения по запрещению ядерных испытаний или хотя бы их ограничению. Курчатов одобрил предложение и стремился убедить в этом Н. С. Хрущева, вылетев срочно к нему в Крым, будучи уже больным. Однако акция успеха не имела. Более того, в 1961 г. началась подготовка к испытанию водородной бомбы с тротильным эквивалентом 50 мегатонн, т. е. 5,107 т тротила. Сахаров обращается к Хрущеву с просьбой о запрещении испытания и вызывает его страшный гнев. 30 октября 1961 г. над Новой Землей на высоте 4000 м эта бомба была взорвана. Мощность взрыва в десятки раз превысила суммарную мощность всех взрывов Второй мировой войны, включая Хиросиму и Нагасаки. Клубящийся гигантский гриб поднялся на высоту 67 км, взрывная волна трижды обогнула Земной шар. И когда в 1963 г. был подписан договор о запрещении ядерных испытаний в трех сре-

дах, Сахаров с гордостью говорил, что был одним из инициаторов этого договора. Стоило это ему гигантских усилий и целой серии неприятностей.

В январе 1965 г. А. Д. Сахаров и М. А. Леонтович обратились с письмом к Президенту Академии М. В. Келдышу с предложением выступить на отчетном собрании Академии об истинном положении дел в биологии и вреде, нанесенном лысенковщиной. Когда Н. С. Хрущев узнал об этом выступлении, «он топал ногами и кричал, что раньше Сахаров мешал испытанию водородной бомбы, а теперь опять лезет не в свое дело», и дал указание Семичастному (председателю КГБ) собрать на Сахарова компромат.

В 1966–1967 гг. Сахаров выступает с первыми обращениями в защиту репрессированных, в 1966 г. он подписывает письмо XXIII съезда КПСС против возрождения культа личности Сталина, выступает за отмену смертной казни, за полную реабилитацию депортированных народов. В 1968 г. появилась статья Сахарова «Размышления о прогрессе, мирном сосуществовании и интеллектуальной свободе», за которую он был отстранен от секретной работы на «объекте» и в мае 1969 г. вернулся на работу в ФИАН старшим научным сотрудником отдела теоретической физики. Статья была опубликована сначала в голландской, а затем в американской печати. В этом же году ученый передал все свои сбережения (около 134 тыс. руб. при зарплате академика 400 руб. в месяц) на строительство онкологической больницы и в Красный Крест. В марте 1971 г. Сахаров направил Л. И. Брежневу «Памятную записку», где характеризовал общество, для построения которого должны быть проведены неотложные государственные реформы. Вот некоторые из них:

1. Основная цель – государства охрана и обеспечение прав своих граждан.

2. Все государственные учреждения действуют только на основании законов (стабильных и известных гражданам). Соблюдение законов обязательно для всех.

3. Счастье людей обеспечено их свободой в труде, в потреблении, в личной жизни, в образовании, в культурных и общественных проявлениях, свободой убеждений и совести, свободой информационного обмена и передвижения.

4. Гласность способствует контролю общественности за законностью, справедливостью, целесообразностью всех принимаемых решений.

5. Соревновательность, гласность, отсутствие привилегий обеспечивают целесообразное и справедливое поощрение труда, способностей и инициативы всех граждан.

Не дождавшись ответа на эту записку в течение 15 месяцев, Сахаров передал ее для опубликования. 1973 г. стал, по словам Сахарова, годом начала гонений на него (после опубликования в «Правде» в августе 1973 г. открытого письма сорока академиков), которые продолжались 10 лет. Получив в 1974 г. Международную премию Чино дель Дука, ученый на эти средства основал фонд помощи детям политзаключенных. В 1979 г. Сахаров стал лауреатом Нобелевской премии мира. Поскольку в выезде для получения премии ему было отказано, Нобелевская лекция в г. Осло была прочитана женой ученого Еленой Георгиевной Боннэр. В этом же году он трижды выступал с заявлениями протеста по поводу ввода советских войск в Афганистан и требовал их вывода.

8 января 1980 г. был подписан Указ Президиума Верховного Совета СССР о лишении Сахарова звания Героя Социалистического Труда и всех государственных наград СССР, а 22 января 1980 г. Андрей Дмитриевич без суда и следствия был отправлен вместе с женой в Горький под постоянный гласный надзор милиции. Это была практически полная изоляция. Контакты Сахарова с внешним миром осуществлялись главным образом только через жену – Е. Г. Боннэр.

В феврале 1980 г. Боннэр обращается к физикам страны с просьбой о помощи. 4 декабря 1981 г. академик Капица направляет по поводу Сахарова письмо Л. И. Брежневу: «Глубокоуважаемый Леонид Ильич! Я уже очень старый человек, и жизнь научила меня, что великодушные поступки не забываются. Спасите Сахарова. Да, у него большие недостатки и трудный характер, но он великий ученый нашей страны. С уважением П. Л. Капица».

В знак протеста против ущемления даже элементарных прав А. Д. Сахаров три раза (1981, 1984, 1985 гг.) объявлял голодовки. Находясь в Горьком, Сахаров написал одну из основных своих работ «Опасность термоядерной войны», где были высказаны соображения о конкретных путях всеобщего разоружения. Написаны здесь были и работы по теоретической физике. Заметим, кстати, что в течение всего времени пребывания Сахарова в Горьком он оставался сотрудником ФИАНа, и на дверях его кабинета все семь лет сохранялась табличка с его фамилией. Этого сумел добиться академик В. Л. Гинзбург, который после смерти И. Е. Тамма возглавил Отдел теоретической физики.

15 декабря 1986 г. ночью на квартире Сахарова в Горьком установили телефон и предупредили, что скоро будет очень важный звонок. 16 декабря в 3 часа дня позвонил М. С. Горбачев и сообщил решение об освобождении Сахарова и возможности возвращения его вместе с женой в Москву. 23 декабря 1986 г. друзья и корреспонденты встречали А. Д. Сахарова и Е. Г. Боннэр на Ярославском вокзале Москвы.

26 апреля 1986 г. произошла катастрофа на Чернобыльской АЭС. Сахаров узнал об этом только в начале мая. На основе сообщенных нашей службой данных он долго и глубоко заблуждался в истинных размерах этой трагедии, считая ее обычной аварией. Постепенно мы узнали о реальных размерах этой катастрофы. В декабре 1986 г. Сахаров пишет письмо Президенту Академии наук с изложением идей подземного строительства ядерных реакторов и покрытия существующих защитными оболочками; об управлении землетрясениями с помощью термоядерных подземных (глубинных) взрывов.

14 декабря 1989 г. последний день жизни А. Д. Сахарова. 3 часа дня – заседание Межрегиональной группы и выступление на нем. «Единственный путь, единственная возможность эволюционного пути это радикализация перестройки», – слова Сахарова из его выступления. 6 часов вечера – интервью (съемки) «Казахфильму» о Семипалатинском полигоне. Последние его слова, обращенные к жене: «Я пошел отдыхать. У меня завтра трудный день. Предстоит бой на съезде». Здесь хочется сказать словами Фауста: «Лишь тот достоин жизни и свободы, кто каждый день идет за них на бой!».

Тысячи людей шли во Дворец молодежи Москвы, чтобы проститься с А. Д. Сахаровым. Гражданская панихида состоялась в Лужниках, похороны – на Востряковском кладбище.

Таковы некоторые фрагменты жизни академика А. Д. Сахарова, ученого с мировым именем, иностранного члена многих академий и научных ассоциаций, лауреата многочисленных премий, «отца» водородной бомбы в СССР, бесстрашного и неутомимого борца за запрещение термоядерного оружия, за мир, за права и свободы человека, за справедливость, законность, за нравственное обновление человечества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дягилев, Ф. М. Из истории отечественной физики 20 в. / Ф. М. Дягилев. – Нижневартовск: изд-во Нижневартовского пед. ин-та, 2000. – 179 с.

УДК 929:001.891:53

Сяк В. А., студентка 1-го курса МСФ

**М. В. ЛОМОНОСОВ. БИОГРАФИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВКЛАД
В РАЗВИТИЕ ФИЗИКИ**

Научный руководитель – Чубукова Т. М., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, молекулярно-кинетическая теория, теплота, свет.

Аннотация. В статье изложены этапы развития физики в трудах М. В. Ломоносова. Своей теорией тепла он предвосхитил многие гипотезы и положения, сопутствовавшие дальнейшему развитию атомистики и теорий строения материи.

Keywords: physics, molecular kinetic theory, heat, light.

Summary. The article outlines the stages of development of physics in the works of M.V. Lomonosov. With his theory of heat, he anticipated many hypotheses and positions that accompanied the further development of atomism and theories of the structure of matter.

Из наблюдений устанавливая теорию и
с помощью теории исправлять наблюдения.

М. В. Ломоносов

Огромный вклад в развитие науки было сделано русским ученым М. В. Ломоносовым.

Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) родился в ноябре 1711 г. в д. Денисовка Архангельской губернии (ныне Ломоносово). В то время на Севере России все крестьяне считались принадлежащими царской семье. Поэтому архангелогородские поморы были зажиточными людьми, несмотря на трудности северной жизни. Такой была и семья Ломоносовых. Читать и писать его научил дьяк местной церкви. Также Ломоносов самостоятельно занимался по учебникам грамматики и арифметики.

Через неделю после получения паспорта в декабре 1730 г. он тайно ушел из дома и отправился пешком в Москву, так как транспортного сообщения со столицей в те годы не было. Пеший переход в Москву занял три недели, а по прибытии Михаил попросился учеником в Славяно-греко-латинскую академию. Он изучил 12-летний курс за 5 лет,

после чего получил приглашение на учебу в Академию наук в Петербург. Там Ломоносову пришлось срочно изучать немецкий язык, так как в Академии это был один из основных языков преподавания.

За свои успехи в 1736 г. Ломоносов был отмечен и отправлен учиться в Германию. За границей он обучался естественным наукам – физике, химии и др., а также математике в Марбурге у известного тогда ученого и философа, ученика Лейбница Христиана Вольфа, а затем переехал в Фрейбург, где его образованием руководил ученый и инженер Генкель. У Генкеля Ломоносов занимался изучением металлургии и горного дела. Параллельно самостоятельно изучал основы стихосложения, иностранные языки (французский и итальянский), живопись, фехтование, хореографию.

В конце пребывания Ломоносова за границей с ним чуть не произошло несчастье. Он был завербован в Прусскую армию, однако ему удалось бежать. В 1741 г. он вернулся в Петербург в Академию наук, где протекала вся его дальнейшая научная и общественная деятельность. Продолжил изучать естественные науки под руководством профессора Иоганна Аммана, работал над двумя диссертациями (по физике и химии) и в 1745 г. в 34-летнем возрасте стал профессором химии.

Самыми ранними работами, оставшимися ненапечатанными в его время были: «Физическая диссертация о различии смешанных тел, состоящем в сцеплении корпускул», «Элементы математической химии», «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств», «Заметки о тяжести тел», «О сцеплении и расположении физических монад» и др. В этих работах содержатся первые представления Ломоносова о строении вещества, об атомах и молекулах, их соединениях и т. п. Эти представления касались главным образом физических, а также и химических свойств вещества.

Диапазон научных интересов Ломоносова многообразен. Он внес неоценимый вклад в развитие физики, химии, минералогии, географии, геологии, астрономии. Был выдающимся поэтом, основателем современной русской системы стихосложения, художником, философом, историком, экономистом, государственным деятелем и просветителем.

Значительные достижения Михаил Ломоносов внес в развитие физики. Центральное место в деятельности Ломоносова-физика занимали исследования в области атомистики и кинетической теории теплоты. Первыми опубликованными работами Ломоносова были работы по теории теплоты и газов, в которых он опирался на атомную модель, которая начала складываться у него за границей. Но прежде чем гово-

речь об этих работах, необходимо учесть взгляд Ломоносова на химические явления и его достижения в области химии. Он высказал суждение, что частицы, из которых состоит вещество, должны быть двух видов, родов. Таким образом, Ломоносов говорил о существовании наряду с атомами и молекул. Установление факта существования двух видов частиц, атомов и молекул было очень важным открытием в химии. После Ломоносова вторично оно было сделано значительно позже. Второе достижение Ломоносова в области химии – открытие неизменности общего веса при химических реакциях. Ломоносов предположил, что вес окалина больше веса металла, потому что при обжиге с металлом соединился воздух, находящийся в сосуде.

Таким образом, Ломоносов внес значительный вклад в развитие учения о теплоте, отказавшись от общепризнанной тогда теории теплорода, уверенно утверждал, что теплота связана с внутренним движением частиц. Он выдвинул гипотезу о том, что *теплота – есть движение нечувствительных частиц*. Характер этого движения в принципе может быть вращательным, поступательным, колебательным. Мы сейчас хорошо знаем, что главная форма движения, ответственная за теплоту, – поступательная. Вся работа Ломоносова, которая называется «Размышления о причине теплоты и холода» (1750), представляет собой набросок будущей науки – термодинамики. Ломоносов объясняет происхождение теплоты при трении. Классические опыты Джоуля, выполненные много позже, подтвердили верность идей Ломоносова. Отложив вопрос о тепловом расширении тел «до следующего раза», он в то же время говорит, что поскольку верхнего предела скорости частиц нет, то нет и верхнего предела температуры. Критикуя теорию теплорода, Ломоносов включает в свою «термодинамику» также и тепловое излучение, естественно через посредство мирового эфира. Ломоносов был сторонником идеи близкодействия и не мог иначе объяснить такие, на первый взгляд, противоречивые вещи, как сцепление частиц в твердом теле и его упругость, способность к расширению и т. д. Наличие вращающихся «шероховатых» атомов сводило эти проблемы к взаимодействию их моментов, а в XVII в. механика достигла значительных успехов именно в описании вращательного движения.

Основываясь на своей атомно-корпускулярной теории и теории теплоты, он смог объяснить свойства атмосферного воздуха. В частности, он объяснил, почему атмосферный воздух должен быть все более разреженным по мере удаления от Земли. А также предположил, что в природе должен существовать предел, при котором воздух не сможет

разрезаться далее. К слову, он пришел к выводу о трехслойности атмосферы, что было прорывом для тогдашнего уровня развития науки.

Ломоносов всегда считал важным опираться в химических опытах на законы природы, поэтому вел немало исследований в области физики и смежных с ней областях: гео- и биофизике, метрологии, астрономии, физике атмосферы, минералогии, физике северных сияний.

В своем отзыве о работах Ломоносова Эйлер писал: «Все сии сочинения не токмо хороши, но и превосходны, ибо он изъясняет физические и химические материи, самые нужные и трудные, кои совсем неизвестны и невозможны были к истолкованию самым остроумным ученым людям, с таким основательством, что я совсем уверен в точности его доказательств. При сем случае я должен отдать справедливость господину Ломоносову, что он одарован самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических. Желать надобно, чтобы все прочие Академии были в состоянии показать такие откровения, которые показал господин Ломоносов».

Одновременно с работами по теории теплоты и газов Ломоносов занимался и экспериментальными исследованиями. Одним из таких исследований была работа «Анемометр, показывающий наибольшую быстроту любого ветра и одновременно изменение в его направлении». В работе дано описание устройства оригинального прибора, с помощью которого можно определять направление и скорость ветра. Данный прибор имел ряд положительных качеств, отличающих его от уже существующих подобных приборов.

Вторая экспериментальная работа посвящена конструированию нового прибора – «универсального барометра» для измерения вариаций силы тяжести. Об этом приборе Ломоносов доложил в Академию наук в 1749 г. Что касается опубликования этой работы Ломоносова, то она осталась неопубликованной при его жизни.

Сконструированный Ломоносовым прибор имел некоторые недостатки и был недостаточно точен. Однако сама идея была интересна. Приборы, построенные по такому же принципу, что и «универсальный барометр» Ломоносова, в последующем стали применяться при гравиметрических измерениях.

Многие научные исследования Ломоносова были посвящены оптике и электричеству. Эти научные исследования носили теоретический и экспериментальный характер.

При изготовлении цветных стекол, Ломоносов провел много экспериментов по оптике, по окрашиванию стекол и т. д. Одновременно он

разработал теорию света и цветов и изложил ее в работе «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее». Ломоносов рассчитывал непосредственно доказать волновую природу света. Его теория интересна тем, что она представляет свет как распространяющиеся поперечные волны. К мысли о том, что свет является поперечными волнами, физики пришли с большим трудом и только в первой половине XIX в. Что же касается самой модели световых волн, то подобные модели строились и позже, уже в XIX в.

Также Ломоносов занимался изучением природы грозных разрядов и атмосферного электричества, объяснил причину возникновения электрического разряда в грозных облаках конвекцией теплого воздуха, поднимающегося от поверхности Земли, и холодного воздуха, спускающегося из верхних слоев атмосферы.

Исследования в области астрономии подтолкнули Ломоносова к мысли усовершенствовать зеркальный телескоп, конструкция которого не менялась со времен Ньютона, для большей точности наблюдений. В итоге, наблюдая 26 мая 1761 г. уникальное астрономическое явление прохождения Венеры через солнечный диск, Ломоносов предположил существование атмосферы у поверхности Венеры.

Ломоносов много работал и размышлял над разными общими вопросами физики, такими как законы сохранения, масса, сила тяготения и т. д., был уверен, что в природе для некоторых физических величин действуют законы сохранения. Будучи твердо убежденным материалистом, Ломоносов полагал, что существуют только материальные тела, все процессы в природе являются результатом их движения и что материя и ее движение неуничтожимы и несотворимы.

Михаил Васильевич Ломоносов – начало всех начал, он символ российской науки, ее зачинатель, «универсальный» человек, сделавший уникальный вклад в отечественную науку. Его активная творческая деятельность была посвящена самым актуальным в то время направлениям физики и, говоря современным научным языком, смежным с физикой областям: физической химии, геофизике, физике атмосферы, астрономии, физической минералогии, математической физике, биофизике, метрологии, гляциологии, физике северных сияний, физике «хвостов» комет. Конечно, по условиям своей работы Ломоносов не смог завершить многих своих научных планов. Но и то, что им было закончено, представляло вклад в науку исключительного значения, что актуально и в наше время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев, П. С. Курс истории физики / П. С. Кудрявцев. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1982. – 448 с.
2. Спасский, Б. И. История физики: в 2 т / Б. И. Спасский. – М.: Высшая школа, 1977. – 425 с.
3. Голин, Г. М. Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.) / Г. М. Голин, С. Р. Филонович. – М.: Высшая школа, 1989. – 576 с.
4. Храмов, Ю. Л. Физики: биографический справочник / Ю. Л. Фролов. – М.: Наука, 1983. – 315 с.

УДК 53(20)

Автухович И. Е., студентка 1-го курса МСФ

ФИЗИКА НАЧАЛА XXI в.

Научный руководитель – Чубукова Т. М., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: физика, механика, термодинамика, электричество, магнетизм, оптика, ядерная физика.

Аннотация. В статье изложены основные проблемы развития физической науки в начале XXI в. Характерной особенностью физики на этом этапе является то, что она будет развиваться темпами, превосходящими темпы ее развития в XX в.

Keywords: physics, mechanics, thermodynamics, electricity, magnetism, optics, nuclear physics.

Summary. The article outlines the main problems of the development of physical science at the beginning of the 21st century. A characteristic feature of physics at this stage is that it will develop at a pace exceeding the pace of its development in the 20th century.

Темп и скорость развития науки в наше время поражают. Буквально в продолжении одной-двух человеческих жизней произошли гигантские изменения в физике, астрономии, биологии, да и во многих других областях. Так или иначе можно надеяться на то, что в XXI в. наука будет развиваться не менее быстро, чем в ушедшем XX столетии. Трудность на этом пути, быть может, даже главная трудность, как нам кажется, связана с гигантским увеличением накопленного материала, объема информации. Физика так разрослась и дифференцировалась, что за деревьями трудно видеть лес, трудно иметь перед мысленным взором картину современной физики как целого.

Речь идет о составлении некоторого списка проблем, представляющих в данное время наиболее важными и интересными.

Выбор проблем, конечно, субъективен, возможны и другие взгляды на этот счет.

Список важных и интересных проблем.

Как говорится в известной английской поговорке: «Чтобы узнать, каков пудинг, – нужно его съесть».

1. Управляемый ядерный синтез.
2. Высокотемпературная и комнатнотемпературная сверхпроводимость.
3. Металлический водород. Другие экзотические вещества.
4. Двумерная электронная жидкость (аномальный эффект Холла и некоторые другие эффекты).
5. Некоторые вопросы физики твердого тела (гетероструктура в полупроводниках, переходы металл – диэлектрик, волны зарядовой и спиновой плотности, мезоскопика).
6. Физика поверхности.
7. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики.
8. Нелинейная физика. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Странные аттракторы.
9. Сверхмощные лазеры, разеры, гразеры.
10. Сверхтяжелые элементы. Экзотические ядра.

Несомненно, любой «список» не догма, что-то можно выбросить, что-то дополнить в зависимости от интересов исследователей и ситуации в науке.

Проблема управляемого ядерного синтеза (номер 1 в «списке») все еще не решена, хотя ей исполнилось уже 50 лет. Работа в этом направлении началась в СССР в 1950 г. Работа эта считалась сверхсекретной. К счастью, через несколько лет И. В. Курчатов и его коллеги поняли, что проблему термояда быстро решить нельзя, и в 1956 г. она была рассекречена. Работа над термоядерным синтезом ведется во всем мире и довольно широким фронтом.

Что касается альтернативных путей синтеза легких ядер для получения энергии, то надежды на возможности «холодного термояда» (например, в электролитических элементах) оставлены. Так или иначе проблема инерциального синтеза явно важна и интересна.

Проблема 2 – высокотемпературная и комнатнотемпературная сверхпроводимость (кратко ВТСП и КТСП). Человеку, далекому от физики твердого тела, может показаться, что проблему ВТСП пора из

«списка» выбросить, ведь в 1986–1987 гг. такие материалы были созданы. Не пора ли перевести их в категорию огромного числа других веществ, изучаемых физиками и химиками? На деле это совершенно не так. В общем, вопрос открыт, несмотря на огромные усилия, затраченные на изучение ВТСП (за 10 лет на эту тему появилось около 50 тыс. публикаций). Но главное здесь, конечно, – возможность создания КТСП. Она ничему не противоречит, но и быть уверенным в успехе нельзя.

Металлический водород (проблема 3) еще не создан даже под давлением около трех млн. атмосфер (речь идет о низкой температуре). Однако исследование молекулярного водорода под большим давлением выявило у него целый ряд неожиданных и интересных особенностей. При сжатии ударными волнами и температуре около 3000К водород, по-видимому, переходит в хорошо проводящую жидкую фазу.

Нобелевская премия по физике за 1998 г. присуждена за открытие и объяснение дробного квантового эффекта Холла – проблема 4. Кстати сказать, за открытие целочисленного квантового холл-эффекта тоже была присуждена Нобелевская премия (в 1985 г.). Дробный квантовый холл-эффект был открыт в 1982 г. Неожиданная и очень интересная особенность дробного квантового холл-эффекта – существование квазичастиц с зарядами $e^* = (1/3)e$, где e – заряд электрона, и другой величины. Нужно отметить, что двумерный электронный газ (или, вообще говоря, жидкость) интересен и в других случаях.

Проблема 5 сейчас буквально безбрежна. Твердые тела долгое время считались чем-то единым и целым. Однако сравнительно недавно выяснилось, что в твердом теле существуют области с различным химическим составом и физическими свойствами, разделенные резко очерченными границами. Такие системы и называются гетерогенными. Это приводит к тому, что, скажем, твердость или электрическое сопротивление одного конкретного образца резко отличается от усредненных значений, измеренных у их набора; поверхность кристалла имеет свойства, отличные от его внутренней части и т. д. Совокупность подобных явлений называется мезоскопией. Исследования мезоскопических явлений чрезвычайно важны для создания тонкопленочных полупроводниковых материалов, высокотемпературных сверхпроводников и т. д.

Проблемы 6 и 7 весьма широки, поэтому трудно выделить что-то новое и важное. Разве что хочется отметить повышенный и вполне оправданный интерес к кластерам из различных атомов и молекул

(речь идет об образованиях, содержащих небольшое число частиц). Весьма любопытны исследования жидких кристаллов и сегнетоэлектриков (или, по английской терминологии, ферроэлектриков). Привлекает к себе внимание также изучение тонких сегнетоэлектрических пленок.

В отношении нелинейной физики (проблема 8 в списке) ситуация иная. Материала очень много, и в сумме нелинейной физике посвящено до 10–20 % всех научных публикаций. Недаром XX в. иногда называли не только атомным, но и лазерным веком. Совершенствование лазеров и расширение области их применения идут полным ходом.

Проблема 9 – это не лазеры вообще, а прежде всего сверхмощные лазеры. Родственная проблема – создание и использование разеров и гразеров – аналогов лазеров в рентгеновском и гамма-диапазонах соответственно.

Проблема 10 – из области ядерной физики. Она очень велика, поэтому мы выделили только два вопроса. Во-первых, это далекие трансурановые элементы в связи с надеждами на то, что отдельные их изотопы живут долго (в качестве такого изотопа указывалось на ядро с числом протонов $Z = 114$ и нейтронов $N = 184$, т. е. с массовым числом $A = Z + N = 298$). Известные трансурановые элементы с $Z < 114$ живут лишь секунды или доли секунды. Существование в космических лучах долгоживущих (речь идет о миллионах лет) трансурановых ядер пока подтверждено не было.

Стоящие перед теоретической физикой задачи и вопросы, о которых шла речь, крайне сложны и глубоки, и сколько еще потребуется времени, чтобы найти ответы, неизвестно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, В. К. Современная физика / В. К. Воронов, А. В. Подопленов. – М.: КомКнига, 2005. – 512 с.
2. Галкин, В. И. Моделирование основных явлений и эксперимента в физике космоса и физике высоких энергий / В. И. Галкин. – М., 2023. – 202 с.
3. Гинзбург, И. Ф. Нерешённые проблемы фундаментальной физики / И. Ф. Гинзбург. – М., 2011. – 528 с.

УДК 511.11(091)

Пашкевич А. Г., студент 4-го курса МСФ

РОЛЬ АВИЦЕННЫ В РАЗВИТИИ МАТЕМАТИКИ

Научный руководитель – Василькова С. Л., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, Авиценна, эпоха средневековья, педагог, философские науки, теория чисел.

Аннотация. Авиценна является выдающимся мыслителем Востока и одним из основоположников медицины, фармакологии и фармацевтической химии. Гениальный мыслитель оставил богатейшее наследие, охватывающее более двадцати отраслей средневековой науки, в том числе в области естествознания.

Keywords: mathematics, Avicenna, the Middle Ages, pedagogue, philosophical sciences, number theory.

Abstract. Avicenna is an outstanding thinker of the East and one of the founders of medicine, pharmacology and pharmaceutical chemistry. The brilliant thinker left a rich legacy, covering more than twenty branches of medieval science, including in the field of natural science.

Абу Али Хусейн ибн Сина (Авиценна) – великий среднеазиатский ученый эпохи средневековья. Авиценна входит в число людей, оставивших яркий след в истории человечества. Его знают как врача, философа, математика, музыканта, поэта, астронома, труды которого оставлены в 29 сферах науки.

Об этом ученом замечательно написал поэт Лев Ошанин:

В поэзии рифма бывает бесценна,

А закон консонансной рифмы таков:

Медицина рифмуется с Авиценной

Вот уже десять летящих веков.

С Авиценной рифмуется звездное небо,

Математика, музыка, солнце и тьма.

С Авиценной рифмуется быль и небыль

И поэзия даже сама.

Рассказывают, что первым словом, которое сказал маленький Хусейн, было слово «почему». Он рос толковым и любознательным, к 10 годам выучил наизусть Коран. Потом он изучал логику, астрономию, геометрию, музыку. После окончания учебы в начальной школе

Хусейн начал изучать арифметику и алгебру, а потом под руководством домашнего учителя Абу Абдаллаха ан-Натили – логику, геометрию Евклида и «Альмагест» Птолемея. Однако скоро Натили вынужден был признать, что исчерпал свой учебный материал и уже не в состоянии удовлетворить любопытство своего талантливой ученика. Дальше Ибн Сина занимался самостоятельно, изучал труды великих ученых, а затем сам начал писать свои труды.

Ибн Сина, несмотря на трудности того времени, был новатором и передовым ученым своего времени, верил в непобедимую силу разума. Он создал огромное количество научных рукописей и трактатов в виде учебных пособий, которые служили источниками знаний, применялись для практического применения его учениками и людьми, стремившимися к грамоте, знаниям и профессиям. Он был непререкаемым авторитетом в самых разнообразных областях науки своего времени и по заслугам назывался тогда «главой философов».

Ибн Сина был уважаемым педагогом, так как у него было множество учеников, которым он передавал свои знания и умения. Он был великим целителем, которому были равны и бедные, и богатые. Вполне возможно, что по его научным трактатам обучались землемеры, ремесленники и зодчие, создавшие в эпоху средневековья неповторимые шедевры архитектурного зодчества Востока и Средней Азии. Работая в области различных наук, Ибн Сина внес огромный вклад в развитие мировой науки. Его научные труды можно использовать при преподавании современных научных дисциплин не только как исторический, но и тематический материал.

Большой интерес вызывает его трактат «Книга знания» (Донишома), или «Книга исцеления», которая хранится в Лейденской библиотеке. «Книга знания» представляет собой краткую энциклопедию философских, логических, физических и математических знаний, написанную на его родном языке – языке фарси-дари.

Ибн Сина подразделяет философские науки на теоретические и практические. Среди теоретических наук он выделяет физику и математику. Математические науки, по мнению Ибн Сины, включают четыре части: учение о числе, геометрию, астрономию и музыку. Кроме того, каждая из этих частей имеет свои разделы, или «ветви» (фуру). Геометрическая глава «Книги знания» состоит из 12 разделов, содержит основы планиметрии и стереометрии и представляет собой комментарий к «Началам» Евклида. В каждом разделе перед доказательством теорем приводятся несколько определений, которые предлага-

ются в форме объяснений-описаний. У Ибн Сины определено понятие «сектора».

Ибн Сина проявляет известную самостоятельность как в порядке расположения определений, постулатов, аксиом и теорем, так и в доказательстве последних. Привлекает внимание его попытка доказать 5-й постулат Евклида. В отличие от Евклида, Ибн Сина говорит об «умножении линий» и дает определение «составного отношения». Первый раздел – о началах геометрии, относящихся к пересекающимся линиям. Ученый приводит описание взаимного положения прямых между собой и плоскостью в пространстве с их изображением на чертеже: если одна линия пересекает другую, то она не может не наклоняться ни в одну из сторон.

Две линии, перпендикулярные к плоскости, параллельны между собой, потому что если бы одна из этих двух линий отклонилась к другой, то она отклонилась бы в одну из сторон данной плоскости и, значит, не была бы перпендикулярной к этой плоскости. Этот раздел можно применить при преподавании современной элементарной геометрии, а также по предмету «Начертательная геометрия» по соответствующей теме «Позиционные свойства геометрических образов».

В четвертом разделе рассматриваются построения при помощи циркуля и линейки. В этом разделе Ибн Сина приводит построение перпендикуляра из точки на прямую и деление отрезка на две равные части, причем чертежными инструментами (ученый называет циркуль – паркар, а линейку – мастара). Эти способы построений соответствуют теме «Геометрическое черчение».

В своей арифметике Авиценна решал проблемы, которые в настоящее время принадлежат к теории чисел. Об этом красноречиво говорят следующие два правила Авиценны:

Первое правило. «Если дано число, которое, будучи разделено на 9, дает в остатке 1 или 8, то квадрат этого числа, деленный на 9, дает в остатке 1. Если число, разделенное на 9, дает в остатке 2 или 7, то квадрат этого числа, разделенный на 9, дает в остатке 4. Если число, деленное на 9, дает в остатке 4 или 5, то его квадрат, деленный на 9, дает в остатке 7. Наконец, если число, деленное на 9, дает в остатке 3, 6 или 9, то его квадрат, разделенный на 9, дает в остатке 9».

Второе правило. «Если число, деленное на 9, дает в остатке 1, 4 или 7, то его куб, деленный на 9, дает в остатке 1; если число, деленное на 9, дает в остатке 2, 5 или 8, то его куб, деленный на 9, дает в остатке 8; и если число, деленное на 9, дает в остатке 3, 6 или 9, то его куб, деленный на 9, дает в остатке 9».

В своих математических трудах Авиценна обобщил достижения современников и предшественников, а также ставил и разрешал собственные математические проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абу Али ибн Сина. Математические главы «Книги знания (Донишома)» / Абу Али ибн Сина. – Душанбе: Ирфон, 1967. – 179 с.
2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение / А. А. Чекмарев. – М., 2002. – 347 с.
3. Мирханова, М. А. Геометрические задачи в научных трудах Абу Али ибн Сины и их методическое применение при преподавании современной геометрии / М. А. Мирханова, М. Ш. Абдуллаева // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – С. 1035–1037. – URL: <https://moluch.ru/archive/63/9885/> (Дата обращения: 07.04.2024).

УДК 511.11(091)

Правлоцкий А. А., студент 4-го курса МСФ

РИМСКИЕ И АРАБСКИЕ ЦИФРЫ

Научный руководитель – Василькова С. Л., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, цифра, число, арабские страны, десятичная система.

Аннотация. Арабские цифры, которые пришли на смену литинским цифрам, являются универсальным способом записи чисел и широко используются по всему миру, что облегчает коммуникацию и обмен информацией между различными культурами и странами.

Keywords: mathematics, figure, number, Arab countries, decimal system.

Abstract. Arabic numerals, which replaced Lithuanian numerals, are a universal way of writing numbers and are widely used throughout the world, which facilitates communication and exchange of information between different cultures and countries.

Считать люди начали задолго до появления письменности, однако история формирования систем знаков для обозначения чисел весьма сложна. На становление современной европейской системы цифр большое влияние оказало развитие письменности.

Название «арабские цифры» образовалось исторически из-за того, что в Европу десятичная позиционная система счисления попала через

арабские страны. Цифры, используемые в арабских странах Азии, Иране и Египте, называемые арабами «индийскими цифрами», по начертанию сильно отличаются от используемых в европейских странах.

Считается, что индо-арабские цифры возникли в Индии не позднее V в. Эта цифровая система была основана на принципах, проверенных всей предыдущей историей развития цифр – десятичного, позиционного, принципа представления числовых значений и на использовании знака «ноль» для обозначения отсутствия цифр. Первая дошедшая до наших дней запись в десятичной позиционной системе относится к 595 г. н. э. Отдельного знака для нуля сначала у индийцев не было, вместо него оставляли пустое место. Символ нуля (шунья) окончательно оформился лишь в IX в.

Преимущества индийской системы записи для арифметических расчетов вскоре оценили персы и арабы. Индийские цифры активно популяризировал в IX в. при дворе халифа аль-Мансура в Багдаде хорезмиец Аль-Хорезми, автор знаменитой работы «Китаб аль-джебр валь-мукабала», от названия которой произошел термин «алгебра». Аль-Хорезми написал книгу «Об индийском счете», которая способствовала популяризации десятичной позиционной системы записи чисел во всем Халифате, вплоть до мусульманской Испании.

Сохранились трактат математика Ас-Сиджизи, датированный 969 г., и копия трактата астронома Аль-Бируни, датированная 1082 г, содержащие индийские цифры.

В современных арабских странах Азии, а также в Египте, Иране, Пакистане и Афганистане в основном используются цифры, мало отличающиеся от имеющихся в труде аль-Бируни. Арабы называют их «ар-кам хиндия» (هِنْدِيَّةُ أَرْقَامٍ) – «индийские цифры», но европейцы чаще называют их «индо-арабскими» и «персидскими», так как в языках народов современной Индии цифры эволюционировали и теперь сильно отличаются от средневековых индийских цифр. Позднее их начертания продолжали изменяться, и в трактате западноафриканского математика Ибн аль-Банна аль-Марракуши (XIII в.) уже все цифры походили на нынешние европейские, хотя четверка и пятерка были повернуты на 90 градусов. В современных арабских странах Африки, кроме Египта, используются те же цифры, что и в Европе.

Арабские цифры стали известны европейцам в X в. Первое их описание содержит «Вигиланский кодекс» – рукописный сборник, созданный в Испании в X в. Помимо прочей полезной информации, кодекс

содержит первое упоминание и изображение арабских цифр (кроме нуля) в Западной Европе. Арабские цифры появились в Испании через мавров около 900 г. В других странах Западной Европы история индо-арабских цифр начинается с XII в., а их широкое применение в Западной Европе – с XIII–XIV вв.

В XII в. книга Аль-Хорезми «Об индийском счете» была переведена на латинский язык Робертом Честерским – английским востоковедом, математиком и алхимиком. Эта книга сыграла очень большую роль в развитии европейской арифметики и внедрении арабских цифр.

После отвоевания Испании контакты европейцев с арабами ослабли, и многие европейцы по-прежнему использовали римские цифры. Итальянский математик Фибоначчи, изучавший в 1192–1200 гг. математику в Алжире и других арабских странах, снова привлек внимание европейцев к арабским цифрам, написав «Книгу абака». Как известно, абак – это семейство счетных досок, применявшихся для арифметических вычислений в древних культурах в Древней Греции, Древнем Риме и Древнем Китае в ряде других.

В Европе арабские цифры сначала использовали только в университетах, а во Флоренции в 1299 г. даже был издан закон, запрещающий их употребление. В широкое употребление их ввели итальянские купцы, которым была нужна удобная система записи чисел и операций с ними. К XVI в., когда книгопечатание получило широкое распространение, уже почти вся Европа перешла с римских цифр на арабские. Именно введение арабских цифр и позиционной системы записи позволило выработать алгоритмы для производства всех арифметических действий в письменном виде, без помощи абака, который продолжал применяться в Европе вплоть до XVIII в.

В Российской империи арабские цифры появились в XIV–XV вв., а после введения гражданской азбуки в XVIII в. вытеснили из гражданской печати славяно-кирилловские цифры, которые использовались на Руси с X в. до начала XVIII в. и представляли собой способ алфавитной записи чисел с использованием букв кириллицы или глаголицы.

Реализованная с помощью индо-арабских цифр десятичная позиционная система счисления постепенно вытеснила римские цифры и другие непозиционные системы нумерации благодаря множеству несомненных преимуществ. Во-первых, индийская запись чисел компактнее римской и позволяет быстро сравнивать разные числа по величине; во-вторых, при расчетах на абаке можно одновременно записывать числа и проводить расчеты, поэтому появилась возможность произво-

дить вычисления на бумаге. Со временем были разработаны новые, более простые методы умножения и деления, специально рассчитанные на индо-арабские цифры.

Широкое использование индо-арабских цифр в значительной степени повлияло на развитие математики, вычислительная математика и математика вообще получили мощный импульс к развитию. Например, трудно представить изобретение логарифмов без индо-арабских цифр, благодаря которым появилась возможность создания счетных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифры // Математическая энциклопедия: в 5 т. – М.: Советская Энциклопедия, 1985. – Т. 5. – С. 826–827.
2. Юшкевич, А. П. История математики в средние века / А. П. Юшкевич. – М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1961. – С. 256–257.
3. Цифры и буквы в человеческом сознании. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifry-i-bukvy-v-chelovecheskom-soznanii-semioticheskiy-analiz/viewer> (дата обращения: 11.04. 2024).

УДК 511.11(091)

Авдеева И. С., студентка 1-го курса МСФ

ВОЗНИКНОВЕНИЕ МАТЕМАТИКИ КАК НАУКИ

Научный руководитель – Воронкова Т. Я., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история, числа, дроби, вычисления.

Аннотация. Математика – древнейшая наука человечества. В данной статье краткий обзор истории математики от первобытного строя до древней Индии.

Keywords: mathematics, history, numbers, fractions, calculations.

Abstract. Mathematics is the oldest science of mankind. This article provides a brief overview of the history of mathematics from the primitive system to ancient India.

Зарождение математики. История математики – это история развития и изучения математических методов, понятий и теорий в течение многих веков. Математика является одной из древнейших наук и имеет богатую историю, которая началась около 5000 лет назад. Зарождение математики происходило путем накопления знаний и усовершенствования методов вычислений. Зарождение математики произошло в

древних цивилизациях, таких как Древний Египет, Греция и Индия. В этих обществах люди начали изучать и разрабатывать системы счисления, арифметику, геометрию и другие математические концепции.

Первобытность. Когда цивилизация только начинала развиваться, возникла необходимость подсчета предметов, которые использовались всеми. Например, один мамонт, две собаки, три шкуры, четыре копья... Это привело к тому, что возникли простейшие понятия математики – натуральные числа.

Счет был просто необходим, к примеру, чтобы заниматься торговлей или скотоводством. Ведь даже выгуливая домашних животных на пастбище, необходимо было следить за их количеством. Чтобы было легче справляться с данной задачей, использовались части тела, например, пальцы на руках и ногах. Тому подтверждением являются наскальные рисунки, изображающие числа, в виде изображенных в ряд нескольких пальцев.

Математика тогда развивалась очень медленно, но после того как древние люди открыли для себя представления о числе, чуть позже появились четыре основных действия: сложение, вычитание, умножение и деление. Сначала научились складывать: 1 палка плюс еще 1 палка – уже будет 2 палки. Затем научились отнимать. Например, было у тебя 3 копыя, но одно ты потерял. Стало на 1 меньше.

А если несколько раз взять одно и то же, например, у тебя 3 копыя, и у меня 3 копыя, то можно их не просто сложить, $3 + 3 = 6$, но и умножить $3 \cdot 2 = 6$. Результат будет одинаковый. Так появилось умножение.

А если у тебя начали что-то отнимать? Например, отняли половину урожая? Так появилось деление на два или на три. И так появились дроби. От слова дробить. Некоторые начальные единицы меры начали дробить на 2, 3 и более частей. Более мелкой единице меры, которую получали как следствие раздробления, давали индивидуальное название, и величины измеряли уже этой более мелкой единицей. В связи с этой необходимой работой люди стали употреблять выражения: половина, треть, два с половиной и т. д. Таким образом, начала зарождаться математика и далее развиваться в древних цивилизациях.

Древний Египет. Наше знание древнеегипетской математики основано главным образом на двух папирусах, датированных примерно 1700 до н. э. Излагаемые в этих папирусах математические сведения восходят к еще более раннему периоду – около 3500 до н. э. Египтяне использовали математику, чтобы вычислять вес тел, площади полей и объемы зернохранилищ, размеры податей и количество камней, требуемое для возведения тех или иных сооружений.

Египтяне пользовались десятичной системой, в которой числа от 1 до 9 обозначались соответствующим числом вертикальных черточек, а для последовательных степеней числа 10 вводились индивидуальные символы. Последовательно комбинируя эти символы, можно было записать любое число. Для каждого из чисел от 1 до 9 и для каждого из первых девятикратных чисел 10, 100 и т. д. использовался специальный опознавательный символ.

Геометрия у египтян сводилась к вычислениям площадей прямоугольников, треугольников, трапеций, круга, а также формулам вычисления объемов некоторых тел.

Древняя Греция. Греческая система счисления была основана на использовании букв алфавита. Аттическая система, бывшая в ходу с VI–III вв. до н. э., использовала для обозначения единицы вертикальную черту, а для обозначения чисел 5, 10, 100, 1000 и 10 000 начальные буквы их греческих названий. В более поздней ионической системе счисления для обозначения чисел использовались 24 буквы греческого алфавита и три архаические буквы. Кратные 1000 до 9000 обозначались так же, как первые девять целых чисел от 1 до 9, но перед каждой буквой ставилась вертикальная черта. Десятки тысяч обозначались буквой М (от греческого *мирион* – 10 000), после которой ставилось то число, на которое нужно было умножить десять тысяч.

Пифагор (около 570 – 500 до н. э.) предложил идею создания таблицы умножения и той самой теоремы Пифагора. Пифагорейцы открыли, что сумма некоторых пар квадратных чисел есть снова квадратное число. Например, сумма 9 и 16 равна 25, а сумма 25 и 144 равна 169. Такие тройки чисел, как 3, 4 и 5 или 5, 12 и 13, называются пифагоровыми числами. Если два числа из тройки приравнять к длинам катетов прямоугольного треугольника, то третье число будет равно длине его гипотенузы. Такая интерпретация, по-видимому, привела пифагорейцев к осознанию более общего факта, известного ныне под названием теоремы Пифагора, согласно которой в любом прямоугольном треугольнике квадрат длины гипотенузы равен сумме квадратов длин катетов.

Древние греки решали уравнения с неизвестными посредством геометрических построений. Были разработаны специальные построения для выполнения сложения, вычитания, умножения и деления отрезков, извлечения квадратных корней из длин отрезков; сейчас этот метод называют геометрической алгеброй.

Древняя Индия. Индийские ученые изобрели десятичную позиционную систему записи чисел. В новой системе выполнение арифметических действий оказалось неизмеримо проще, чем в старых, с неуклюжими буквенными кодами, как у греков, или шестидесятеричных, как у вавилонян. В VII в. сирийский христианский епископ Сирии Севера Себохта, желая показать, что греки не обладают монополией на науку, сослался на находчивость индийских ученых. Единственным математическим навыком, который он вспоминает, была их система вычислений, использующая 9 цифр. В комментарии указывается на наибольшее преимущество этой системы – ее экономичность. Сокращая количество символов, необходимых для записи всех чисел, до 10–9 цифр и нуля – система достигает идеала экономии и эффективности. Индийцы самостоятельно изобрели такой важный символ, как ноль. Система записи, где используются 9 цифр и ноль, быстро стала самой распространенной в надписях, но она никогда не вытеснила вполне старую систему.

Дроби в Индии записывались вертикально, как делаем и мы, только вместо черты дроби их заключали в рамку (так же, как в Китае и у поздних греков). Действия с дробями ничем не отличались от современных. Индийцы использовали счетные доски, приспособленные к позиционной записи. Они разработали полные алгоритмы всех арифметических операций, включая извлечение квадратных и кубических корней. Сам наш термин «корень» появился из-за того, что индийское слово «мула» имело два значения: основание и корень (растения); арабские переводчики ошибочно выбрали второе значение, и в таком виде оно попало в латинские переводы. Аналогичная история произошла со словом «синус».

Линия синуса у индийских математиков первоначально называлась «арха-джива» (полутетива, т. е. половина хорды данной дуги, поскольку дуга с хордой напоминает лук с тетивой). Затем слово «арха» было отброшено и линию синуса стали называть просто «джива». Арабские математики, переводя индийские книги с санскрита, не перевели слово «джива» арабским словом «ватар», обозначающим тетиву и хорду, а транскрибировали его арабскими буквами и стали называть линию синуса «джиба». И так как в арабском языке краткие гласные не обозначаются, а долгое «и» в слове «джиба» обозначается так же, как полугласная «й», арабы стали произносить название линии синуса как «джайб», что буквально обозначает «впадина», «пазуха». Затем при переводе арабских сочинений на латынь уже европейские переводчики

перевели слово «джайб» латинским словом «синус», имеющим то же значение – «впадина» (в этом значении оно применяется и как анатомический термин).

Выдающийся индийский математик и астроном вычислил значение числа «пи» как 3.1416, а также длину солнечного года в 365.3586805 суток.

Особенно далеко индийцы продвинулись в алгебре и в численных методах. Ряд открытий был сделан в области решения неопределенных уравнений в натуральных числах. Вершиной стало решение в общем виде уравнения $ax^2 + b = y^2$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ван-дер-Варден, Б. Л. Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции / Ван-дер-Варден Б. Л. – М: ГИФМА, 1959. – 460 с.
2. Успенский, В. А. Апология математики / В. А. Успенский. – М.: Альпина нон-фикшн, 2021. – 622 с.
3. Володарский А. И. Очерки истории средневековой индийской математики / А. И. Володарский – М.: Наука, 1977. – 184 с.

УДК 345.67

Гайдуков Н. А., студент 2-го курса ФБиП

Павлович Ю. В., студент 3-го курса МСФ

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИКИ

*Научный руководитель – **Воронкова Т. Б.**, канд. экон. наук, доцент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: теория вероятностей, исторический аспект, моделирование экономических процессов.

Аннотация. В статье показано применение методов теории вероятностей в экономике, рассмотрен исторический аспект моделирования экономических процессов на основе теории вероятностей.

Key words: theory of probability, historical aspect, modeling of economic processes.

Summary. The article shows the application of probability methods in economics, considers the historical aspect of modeling economic processes based on probability theory.

Введение. Теория вероятностей – это математическая наука, позволяющая по вероятностям одних случайных событий находить вероятности других случайных событий, связанных каким-либо образом между собой [1]. Также теория вероятности является очень важной дисциплиной, которая используется для решения различных проблем в экономике.

Цель работы: определить, какую роль играет теория вероятностей в решении задач по экономике.

Основная часть. Исторический аспект применения теории вероятностей в экономике. С течением времени и развитием экономической науки стало ясно, что принятие решений в условиях неопределенности и риска представляет существенную проблему для экономистов и предпринимателей. В таких условиях трудно прогнозировать будущие события и обосновывать экономические решения. В этом контексте внедрение теории вероятностей в экономические исследования стало одним из ключевых моментов, который позволяет исследователям и профессионалам принимать более обоснованные и информированные решения. Первые шаги в использовании теории вероятностей в экономике были сделаны в начале XX в., когда ученые поняли, что многие экономические процессы могут быть смоделированы и описаны с помощью вероятностных распределений. Такие распределения позволяют определить вероятность того, что определенное событие произойдет в будущем.

Одной из первых и самых известных работ, где использовалась теория вероятностей в экономике, была работа Джона фон Неймана и Оскара Моргенштерна «Теория игр и экономическое поведение», опубликованная в 1944 г. В этой работе авторы анализировали стратегии игроков в экономических ситуациях и предложили методы для определения оптимальных решений [2]. После этого использование теории вероятностей стало все более распространенным во многих областях экономики. Она нашла применение в моделировании финансовых рынков, прогнозировании экономических индикаторов, оценке рисков в инвестиционных проектах и принятии решений в условиях неопределенности.

Также следует отметить, что теория вероятностей с успехом применяется в статистическом анализе данных, при оценке экономических показателей и прогнозировании экономической ситуации. Она позволяет определить вероятность наступления определенных событий и повлиять на принятие эффективных решений. Важно отметить, что с развитием компьютерных технологий стало возможным проводить бо-

лее сложные вычисления и моделирование экономических процессов с использованием теории вероятностей. Это позволяет экономистам и исследователям получать более точные и надежные результаты своих исследований. Теория вероятностей является одной из ключевых математических разделов, которая находит широкое применение в экономике. Ее основная задача состоит в изучении вероятностных явлений, расчете вероятностей событий и прогнозировании возможных исходов. Теория вероятностей помогает экономистам анализировать и оценивать риски и неопределенности, которые сопровождают экономические процессы. Она позволяет определить вероятность различных сценариев развития ситуации, что помогает предсказывать возможные результаты экономических решений.

Одним из ключевых понятий в теории вероятностей в экономике является случайная величина. Она позволяет описать отдельные исходы, которые могут произойти в экономической системе. Путем анализа распределения вероятностей случайной величины экономисты могут оценить, как часто и в каких условиях происходят различные события. Одной из основных задач теории вероятностей в экономике является вычисление математических ожиданий и дисперсий случайных величин. Математическое ожидание позволяет определить средний ожидаемый результат экономического события, а дисперсия – меру отклонения случайной величины от ее среднего значения. Эти показатели позволяют экономистам принимать взвешенные решения в условиях неопределенности и риска. Также теория вероятностей в экономике находит применение при моделировании экономических процессов. С помощью различных вероятностных моделей экономисты могут создавать адекватные представления о поведении экономических агентов и прогнозировать будущие тенденции экономического развития. Применение математической статистики и теории вероятностей в экономике позволяет решать различные задачи. Например, они позволяют оценить эффективность инвестиций или риски финансовых операций. Также эти дисциплины помогают исследовать взаимосвязь между различными экономическими переменными и выявить факторы, влияющие на их взаимодействие. Математическая статистика и теория вероятностей имеют широкое применение в экономической науке и практике. Они помогают экономистам и аналитикам принимать обоснованные решения, основанные на фактах и достоверных данных. Благодаря этим дисциплинам можно сократить риски и увеличить эффективность экономических операций, что способствует развитию бизнеса и общества в целом.

Теория вероятностей является ключевым инструментом эконометрики. Она помогает нам оценить вероятность различных событий и рассчитать их статистическую значимость. С помощью статистических методов и формул, основанных на теории вероятностей, эконометрики могут выявить взаимосвязи и зависимости между экономическими переменными. Эконометрика является важной дисциплиной, которая сочетает в себе элементы экономики и математики. Она основана на применении теории вероятностей к экономическим моделям и анализу статистических данных. Эта наука позволяет нам понять и оценить взаимосвязь между экономическими переменными, а также предсказать будущие тенденции и влияние различных факторов на экономику. Также использование теории игр и теории вероятностей в экономике находит широкое применение в таких областях, как стратегическое планирование, принятие инвестиционных решений, определение цен и прогнозирование спроса на товары и услуги. Они также помогают выявить и анализировать международные экономические взаимодействия и прогнозировать стабильность или изменения в экономике страны или региона. Взаимодействие теории игр и теории вероятностей в экономике позволяет рассматривать более сложные ситуации и учитывать неопределенность, которая характерна для экономической среды. Таким образом, они вместе образуют мощный аналитический инструментарий, который помогает понять и предсказывать поведение участников рынка, оптимизировать принятие решений и добиваться более эффективного функционирования экономики в целом.

Заключение. В заключение можно отметить, что применение теории вероятностей в задачах экономики является неотъемлемой частью современного анализа и прогнозирования экономических процессов. Она позволяет учесть различные факторы и их возможные варианты развития, что направлено на достижение оптимального решения.

Таким образом, применение теории вероятностей в задачах экономики помогает повысить качество анализа и прогнозирования, учитывать неопределенность и риски, а также принимать обоснованные решения. Она является неотъемлемым инструментом для экономистов, финансистов, исследователей и других специалистов, работающих в экономической сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарева, Л. И. Теория вероятностей и математическая статистика / Л. И. Лазарева, А. А. Михальчук. – Томск: изд-во ТПУ, 2010. – 131 с.

2. Буркатовская, Ю. Б. Теория вероятностей и математическая статистика история и методология прикладной математики и информатики / Ю. Б. Буркатовская. – Томск: изд-во ТПУ, 2018. – 85 с.

3. Теория вероятностей в жизни людей. – URL: <https://www.informio.ru/publications/id4160/Teorija-verojatnosti-v-zhizni-lyudei> (дата обращения: 22.10.2022).

УДК 511.11(091)

Терешенко А. В., студент 4-го курса МСФ

ОТКРЫТИЕ ДЕСЯТИЧНЫХ ДРОБЕЙ

Научный руководитель – Гусарова Г. Г., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, десятичные дроби, открытие десятичных дробей.

Аннотация. Необходимость в дробных числах возникла в результате практической деятельности человека. Потребность в нахождении долей единицы появилась у наших предков при дележе добычи после охоты. Второй существенной причиной появления дробных чисел следует считать измерение величин при помощи выбранной единицы измерения.

Keywords: mathematics, decimals, discovery of decimals.

Summary. The need for fractional numbers arose as a result of practical human activity. The need to find the shares of a unit appeared among our ancestors when dividing the spoils after a hunt. The second significant reason for the appearance of fractional numbers should be considered the measurement of quantities using the selected unit of measurement.

Математика – одна из древнейших наук, и ее первые шаги связаны с первыми же шагами человеческого разума. Она возникла в трудовой деятельности людей. Развиваясь, математика все точнее и точнее решала те сложные задачи, которые ставила перед человеком сама жизнь. В трудное положение в XVII в. попала торговля, все производство, экономика стран. Для мореплавателей нужны были точные карты, для купцов быстрые и правильные расчеты без обмана, для строительства станков, кораблей, храмов и жилищ – выверенные до 1 мм чертежи. Производство развивалось, а неумение быстро и с большей точностью производить расчеты буквально тормозило развитие науки и техники. Жизнь ставила перед учеными задачу упростить вычисления, увеличить их точность и скорость. Этим требованиям удовлетворяли десятичные дроби.

К десятичным дробям математики пришли в разные времена в Азии и в Европе. Зарождение и развитие десятичных дробей в некоторых странах Азии было тесно связано с метрологией (учением о мерах). Уже во II в. до н. э. там существовала десятичная система мер длины.

В Древнем Китае уже пользовались десятичной системой мер, обозначали дробь словами, используя меры длины чи, цуни, доли, порядковые, шерстинки, тончайшие, паутинки.

Дробь вида $2,135436$ выглядела так: 2 чи, 1 цунь, 3 доли, 5 порядковых, 4 шерстинки, 3 тончайших, 6 паутинок. Так записывались дроби на протяжении двух веков, а в V в. китайский ученый Цзю-Чун-Чжи принял за единицу не чи, а чжан = 10 чи, тогда эта дробь выглядела так: 2 чжана, 1 чи, 3 цуня, 5 долей, 4 порядковых, 3 шерстинки, 6 тончайших, 0 паутинок.

Более полную и систематическую трактовку получают десятичные дроби в трудах среднеазиатского ученого ал-Каши в 20-х гг. XV в.

Среднеазиатский город Самарканд был в XV в. большим культурным центром. Там в знаменитой обсерватории, созданной видным астрономом Улугбеком, внуком Тамерлана, работал в 20-х гг. XV в. крупный ученый того времени – Джемшид Гиясэддин ал-Каши. Это он впервые изложил учение о десятичных дробях.

В своей книге «Ключ арифметики», написанной в 1427 г., ал-Каши пишет: «Астрономы применяют дроби, последовательными знаменателями которых являются 60 и его последовательные степени. По аналогии мы ввели дроби, в которых последовательными знаменателями являются 10 и его последовательные степени».

Он вводит специфическую для десятичных дробей запись: целая и дробная часть пишутся в одной строке. Для отделения первой части от дробной он не применяет запятую, а пишет целую часть черными чернилами, дробную же – красными или отделяет целую часть от дробной вертикальной чертой.

В 1579 г. десятичные дроби применяются в «Математическом каноне» французского математика Франсуа Виета (1540–1603), опубликованном в Париже. В этом сочинении, представляющем собой собрание тригонометрических таблиц, Виет решительно выступил в пользу употребления, как он выражался, тысячных и тысяч, сотых и сотен, десятых и десятков и т. д. взамен шестидесятеричной системы целых и дробей. При записи десятичных дробей Виет не придерживался какого-либо одного обозначения. Нередко он пишет как числитель, так и знаменатель, иногда отделяет цифры целой части от дробной вертикаль-

ной чертой, или же цифры целой части изображает жирным шрифтом, или, наконец, цифры дробной части дает более мелким шрифтом и подчеркивает.

Открытие десятичных дробей ал-Каши стало известно в Европе лишь спустя 300 лет после того, как эти дроби были в конце XVI в. заново открыты С. Стевиным.

Фламандский инженер и ученый Симон Стевин (1548–1620), около 150 лет после ал-Каши, изложил учение о десятичных дробях в Европе.

Его и считают изобретателем десятичных дробей. Стевин, уроженец Брюгге, вначале был купцом, затем во время Нидерландской революции инженером в войсках, возглавлявших республику Морица Оранского. «Астрологам, земледельцам, мерильщикам объемов, проверщикам емкостей бочек, стереометрам вообще, монетным мастерам и всему купечеству – Симона Стевина привет», – так обращается к своим читателям изобретатель десятичных дробей в своей книге «Десятая» (1585). Эта маленькая работа (всего 7 страниц) содержала объяснение записи и правил действий с десятичными дробями. В книге он старается убедить людей пользоваться десятичными дробями, говоря, что при их использовании «изживаются трудности, распри, ошибки, потери и прочие случайности, обычные спутники расчетов». Он писал цифры дробного числа в одну строку с цифрами целого числа, при этом нумеруя их.

Запись десятичных дробей у Стевина была отлична от нашей. Вот, например, как он записывал число 35,912: 35 0 9 1 1 2 2 3

Итак, вместо запятой ноль в кружке. В других кружках или над цифрами указывается десятичный разряд: 1 – десятые, 2 – сотые и т. д. Стевин указывал на большое практическое значение десятичных дробей и настойчиво пропагандировал их. Он был первым ученым, потребовавшим введения десятичной системы мер и весов.

Каждая эпоха существования пыталась усовершенствовать запись десятичных дробей. Иногда они принимали очень вычурный вид, как, например, в древнем Китае. Еще в X в. десятичную дробь с помощью цифр и определенных знаков попытался записать арабский математик ал-Уклисиди в X в. («ал-Уклисиди» можно перевести как «последователь Евклида»).

Запятая в записи дробей впервые встречается в 1592 г., а в 1617 г. шотландский математик Джон Непер предложил отделять десятичные знаки от целого числа либо запятой, либо точкой.

Современную запись десятичных дробей т. е. отделение целой части запятой, предложил Иоганн Кеплер (1571–1630). В странах, где го-

воят по английской (Англия, США, Канада и др.), вместо запятой пишут точку. В России первые систематические сведения о десятичных дробях встречаются в «Арифметике» Магницкого (1703). Десятичным дробям была отведена отдельная глава.

С начала XVII в. начинается интенсивное проникновение десятичных дробей в науку и практику. Развитие техники, промышленности и торговли требовали все более громоздких вычислений, которые с помощью десятичных дробей легче было выполнять. Широкое применение десятичные дроби получили в XIX в. после введения тесно связанной с ними метрической системы мер и весов. Например, в сельском хозяйстве и промышленности десятичные дроби и их частный вид – проценты – применяются намного чаще, чем обыкновенные дроби.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путешествие в историю математики или как люди учились считать: Книга для тех, кто учит и учится. – М.: Педагогика-Пресс, 1995. – 168 с.

2. Депман, И. Я. История арифметики / И. Я. Депман. – М.: Просвещение, 1965. – 416 с.

3. Цифры // Математическая энциклопедия: в 5 т. – М.: Советская Энциклопедия, 1985. – Т. 5. – С. 826–827.

УДК 519.6

Аксёнова А. В., студентка 1-го курса МСФ

КАРЛ ФРИДРИХ ГАУСС, ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКИ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, численные методы, решение систем уравнения.

Аннотация. Существует ряд открытий в математике, которые носят имя Гаусса. Одним из которых является одноименный метод решения систем линейных уравнений. Это универсальный инструмент для решения СЛАУ любого порядка, который актуален и сегодня. В сочетании с возможностями современных персональных компьютеров и программных средств метод Гаусса является мощным инструментарием для решения различных инженерных и прикладных задач.

Keywords: mathematics, history of mathematics, numerical methods, solving systems of equations.

Summary. There are a number of discoveries in mathematics that bear the name of Gauss. One of which is the method of solving systems of linear equations of the same name. This is a universal tool for solving SLINs of any order, which is still relevant today. In combination with the capabilities of modern personal computers and software, the Gaussian method is a powerful tool for solving various engineering and applied problems.

Введение. Иоганн Карл Фридрих Гаусс родился 30.04.1777 г. в бедной семье. Дедушка будущего выдающегося математика был обычным крестьянином, а отец работал в герцогстве Брауншвейг, выполняя различные поручения по хозяйству. Родители заметили выдающиеся способности Карла, когда ему исполнилось два года. К трем годам Гаусс уже умел считать, писать и читать [1, 2, 3].

В школе способности Гаусса заметил учитель. Когда он дал задание подсчитать сумму чисел от 1 до 100, Гауссу быстро удалось понять, что все крайние числа в паре составляют 101, поэтому он за считанные секунды решил эту задачу, умножив 101 на 50, и дал ответ 5050. Карлу несказанно повезло с учителем. Тот помогал ему во всем, даже договорился, чтобы начинающему дарованию выплачивали стипендию. С ее помощью он сумел окончить колледж в 1795 г.

Студенческие годы Карл Фридрих Гаусс провел в Геттингенском университете. Этот этап жизни биографы обозначают как самый плодотворный для будущего выдающегося математика. В это время ему удалось накопить багаж знаний, умений и навыков для дальнейшей научной деятельности. Вот некоторые аспекты его вклада в развитие науки [1, 3]:

- метод решения систем линейных уравнений, известный как *метод Гаусса-Жордана*. Этот метод используется до сих пор в линейной алгебре и численных методах;
- разработал основные аспекты неевклидовой геометрии и теории поверхностей;
- внес огромный вклад в развитие разделов математического анализа, таких как теория функций, дифференциального и интегрального исчисления, рядов;
- работал в области астрономии, изучая и вычисляя орбиты планет;
- занимался механикой и физикой, а его исследования в геодезии помогли определить форму Земли.

Рассмотрим вклад Карла Фридриха Гаусса в развитие методов решения систем линейных уравнений (СЛАУ).

пает всем трем в точности, но выигрывает в простоте вычислений [4]. Рассмотрим ее на примере.

Пример. Методом Гаусса в Mathcad решить систему уравнений

$$\begin{cases} 3x_2 - x_3 - 15x_4 = 23,2, \\ 5,5x_1 + 0,5x_2 + 0,75x_3 = -0,9, \\ 5x_1 + 20x_2 - 2x_4 = 26, \\ 3,5x_1 - 20,5x_3 - 2,8x_4 = -48,6. \end{cases}$$

Решение.

В Mathcad прямой и обратный ход метода Гаусса выполняет функция **rref()**. Реализация метода Гаусса средствами Mathcad показана на рис. 1.

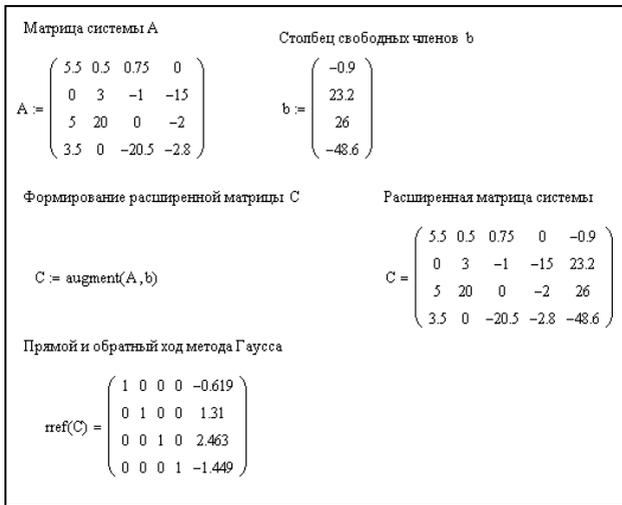


Рис. 1

В результате применения функции **rref(C)** к расширенной матрице системы *C* получаем матрицу, у которой в левой части стоит единичная матрица размерности, соответствующей размерности матрицы *A*, а справа – столбец решения этой системы: $x_1 = -0,619$; $x_2 = 1,31$; $x_3 = 2,463$; $x_4 = -1,449$.

Заключение. Карл Фридрих Гаусс оставил неизгладимый след в истории математики, и его вклад продолжает вдохновлять ученых и студентов по всему миру. Он считается одним из величайших математиков.

тиков всех времен, и иногда его даже называют «королем математики» № 1.

Существует ряд открытий в математике, которые носят имя Гаусса. Одним из которых является одноименный метод решения систем линейных уравнений. Это универсальный инструмент для решения СЛАУ любого порядка, который актуален и сегодня. В сочетании с возможностями современных персональных компьютеров и программных средств метод Гаусса является мощным инструментарием для решения различных инженерных и прикладных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белл, Э. Т. Творцы математики / Э. Т. Белл. – М.: Просвещение, 1979. – 259 с.
2. Боголюбов, А. Н. Математики. Механики. Биографический справочник / А. Н. Боголюбов. – Киев: Наукова думка, 1983. – 639 с.
3. Бюлер, В. Гаусс. Биографическое исследование / В. Бюлер. – М.: Наука, 1989. – 211 с.
4. Березин, И. С. Методы вычислений / И. С. Березин, Н. П. Жидков. – М.: Наука, 1962. – Т. 1. – 464 с.

УДК 519.6

Альшевский Н. Ю., студент 1-го курса МСФ

ЛЕОНАРД ЭЙЛЕР, ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, численные методы, решение дифференциальных уравнений.

Аннотация. Рассмотренный в работе метод Эйлера применим только для грубой оценки результатов решения дифференциальных уравнений, но хоть он и обеспечивает невысокую точность решения, он прост по содержанию и по реализации в математических пакетах. Кроме того, метод является основой для других, более точных методов, оставаясь актуальным и сегодня.

Keywords: mathematics, history of mathematics, numerical methods, solving systems of equations.

Summary: Euler's method considered in this paper is applicable only for rough estimation of the results of solving differential equations, but although it provides low accuracy of the solution, it is simple in content and

implementation in mathematical packages. In addition, the method is the basis for other, more accurate methods, remaining relevant today.

Введение. Леонард Эйлер родился 15 апреля 1707 г. в Базеле. Он получил образование в Университете Базеля и затем здесь же продолжил свою научную карьеру. Он изучал медицину, химию, ботанику и множество языков.

В 1726 г. его пригласили работать в Российскую империю в Санкт-Петербург, где он провел большую часть своей жизни (с 1727 по 1741 гг. и с 1766 по 1783 гг.). В период с 1741 по 1766 гг. он работал в Берлине, оставаясь одновременно почетным членом Петербургской академии [1].

Леонард Эйлер считается одним из величайших математиков в истории, так как оставил непередаваемое наследие в научном мире. Он автор более 850 работ в различных областях, включая математический анализ, дифференциальную геометрию, теорию чисел, приближенные вычисления, небесную механику, математическую физику и др. [2].

Вот некоторые основные вклады Эйлера в науку [1, 2]:

– Сделал значительные открытия в области математики. Он разработал теорию функций, включая экспоненциальные, логарифмические и тригонометрические функции. Также внес вклад в теорию чисел, комбинаторику, теорию графов и дифференциальные уравнения. Одним из его наиболее известных результатов является формула Эйлера для многогранников.

– Сделал важные открытия в области механики. Он разработал теорию упругости и изучал движение твердых тел. Он также разработал уравнения Эйлера для описания движения жидкостей и газов. Его работы в области механики сыграли важную роль в развитии физики и инженерии.

– Внес значительный вклад в область оптики. Он изучал световые явления, включая дифракцию и интерференцию; разработал принципы оптики и предложил теорию света как волны. Его работы в области оптики оказали влияние на развитие физики и оптических технологий.

– Внес вклад в область астрономии. Он изучал движение планет и спутников, разработал методы для определения их орбит и предсказания их положения. Он также исследовал гравитацию и внес вклад в развитие небесной механики.

Одним из его значительных вкладов в развитие математики является метод Эйлера – простейший численный метод решения систем

обыкновенных дифференциальных уравнений. Он был впервые описан Леонардом Эйлером в 1768 г. в его работе «Интегральное исчисление». Исторически метод Эйлера был первым численным методом решения задачи Коши [3, 4].

Цель работы – изучить и осмыслить метод Эйлера численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Показать на примере реализацию этого метода. Сделать выводы о его точности и применимости.

Рассмотрим задачу Коши

$$y' = f(x; y); y(x_0) = y_0.$$

Для перехода от уже известной точки $(x_0; y_0)$ решения ДУ к точке $(x_1; y_1)$, где $x_1 = x_0 + h$, в методе Эйлера применяется следующий алгоритм. Разложим искомую функцию $y(x)$ в ряд Тейлора в достаточно малой h - окрестности точки x_0 :

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + h \cdot y'(x_0) + \frac{h^2}{2!} \cdot y''(x_0) + \frac{h^3}{3!} \cdot y'''(x_0) + \dots$$

Поскольку h мало, элементами ряда, содержащими h^2, h^3, \dots можно пренебречь. Тогда из равенства получаем следующую точку решения ДУ

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + h \cdot y'(x_0).$$

Так как $y' = f(x; y)$, то приведенное выше равенство можем переписать в виде

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + h \cdot f(x_0; y_0),$$

получив тем самым следующую точку $(x_1; y_1)$ функции $y(x)$.

Обобщив результаты, можем сделать вывод, что любая точка интегральной кривой $y(x)$ выражается через предыдущую по формуле

$$y_{i+1} = y_i + h \cdot f(x_i, y_i), \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

Такой метод численного решения дифференциального уравнения называется *методом Эйлера* [3, 4].

Геометрически метод Эйлера означает, что на каждом шаге мы аппроксимируем решение отрезком касательной, проведенной к графику решения в начале интервала.

Покажем реализацию метода Эйлера в Mathcad на примере численного решения задачи Коши

$$\frac{dy}{dx} = y^2 \cdot \cos x, \quad y(0) = 0,5$$

с шагом $h = 0,1$ на отрезке $[0; 1,7]$. Сравним графически результаты приближенного вычисления с результатами аналитического решения

этого ДУ – $y = \frac{1}{2 - \sin(x)}$.

Реализация задачи в Mathcad показана на рис. 1.

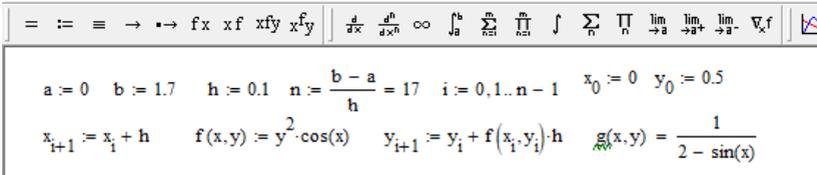


Рис. 1

Если построить графическое решение данного ДУ и сравнить его с точным (рис. 2), то можно заметить, что уже при небольших отклонениях от начального приближения ошибка значений искомой функции y_i заметная. Поэтому метод Эйлера на практике применяют очень редко.

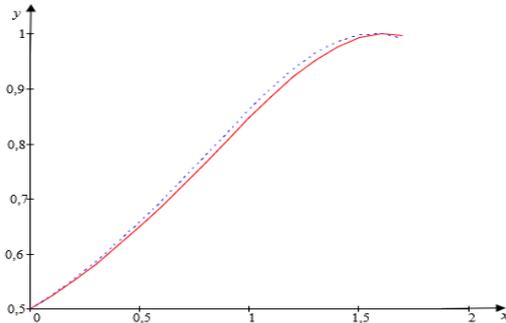


Рис. 2

Заключение. Осмыслив предложенный Эйлером метод численного решения задачи Коши, можно сделать следующие выводы:

1. Метод Эйлера – представитель одношаговых приближенных методов, в которых решение в $i + 1$ -м узле получается на основе решения только в одном предыдущем i -м узле. Тем самым информация о более ранних уже вычисленных значениях игнорируется. В этом смысле одношаговые методы не самые экономичные и рациональные методы приближенного решения ДУ.

2. Как и в любом одношаговом методе, начиная со второго шага исходное значение является приближенным, т. е. погрешность на каждом последующем шаге может систематически возрастать.

3. Уменьшение шага h повышает точность вычислений, но резко увеличивает их объем. В целом метод Эйлера применим только для грубой оценки результатов решения ДУ.

Хоть метод Эйлера и обеспечивает невысокую точность решения дифференциальных уравнений, но он весьма прост по содержанию и по реализации в математических пакетах. Кроме того, метод является основой для других, более точных методов, оставаясь актуальным и сегодня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмов, Ю. А. Эйлер Леонард (Euler Leonard) / Ю. А. Храмов // Физики: Биографический справочник; под ред. А. И. Ахиезера. – 2-е изд. – М.: Наука, 1983. – 218 с.
2. Юшкевич, А. П. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия // Математика XVIII столетия. – Т. 3. / В. И. Антропова, И. Г. Башмакова, А. В. Дорофеева, Л. Е. Майстров, Е. П. Ожигова, Б. А. Розенфельд, Н. И. Симонов, О. Б. Шейнин, А. П. Юшкевич; под общ. ред. А. П. Юшкевича. – М.: Наука, 1972. – С. 32–38.

УДК 519.6

Зимич И. В., студент 1-го курса МСФ

ИСААК НЬЮТОН, ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ

Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, численные методы, решение уравнения.

Аннотация. Исаак Ньютон – выдающийся математик, физик и астроном. Он внес огромный вклад в развитие науки, создав основы классической механики и теории гравитации. Его работы оказали огромное влияние на развитие математики, физики и астрономии. Великолепный талант и ум Ньютона помогли ему сформулировать законы движения и теорию всемирного тяготения, которые до сих пор являются фундаментными для нашего понимания мира вокруг нас.

Рассмотренный в данной работе метод численного решения уравнений, названный в честь выдающегося ученого Ньютона, показывает его разносторонность исследований и вклад этого ученого в развитие математики как науки.

Keywords: mathematics, history of mathematics, numerical methods, solving an equation.

Summary. Isaac Newton is an outstanding mathematician, physicist and astronomer. He made a huge contribution to the development of science, creating the foundations of classical mechanics and the theory of gravitation. His works had a huge impact on the development of mathematics, physics and astronomy. Newton's brilliant talent and intelligence helped him formulate the laws of motion and the theory of universal gravitation, which are still fundamental to our understanding of the world around us. The method of numerical solution of equations considered in this work, named after the outstanding scientist Newton, shows his versatility of research and the contribution of this scientist to the development of mathematics as a science.

Введение. Исаак Ньютон родился 4 января 1643 г. в деревне Вулсторп, расположенной в графстве Линкольншир в Великобритании. Рос разносторонне развитым ребенком. Ему нравилась поэзия, живопись, он трудился над изобретением ветряной мельницы и водяных часов. В 1661 г. окончил школу и поступил в Кембриджский университет [1].

Важную роль в жизни Исаака Ньютона сыграл талантливый математик Исаак Барроу. Будучи преподавателем математической кафедры вуза, спустя некоторое время Барроу стал наставником и хорошим другом Ньютона. Именно он привил Ньютону любовь к математике. Вскоре Ньютон уже мог похвастаться своим первым открытием в области математики – биномиальным разложением для произвольного рационального показателя [1].

С 1665 по 1667 гг. Исаак уже жил в родовом поместье в Вусторпе. Основной интерес в те годы для его представляла оптика. Он ставил

эксперименты для познания физической природы света. В итоге он открыл корпускулярную модель света. В то же время Ньютон открыл самый известный закон – о всемирном тяготении. Позже Ньютон отметил изобретением телескопа-рефлектора. Благодаря его изобретению стали возможны большие открытия в астрономии [2].

В 1687 г. в печать попала самая важная из всех работ ученого – книга, которую он назвал «Математические начала натуральной философии». Благодаря этому труду возникла рациональная механика и все математическое естествознание. Этот труд состоял из закона всемирного тяготения, трех законов механики, которые стали основой классической физики [2].

В тоже время Исаак Ньютон внес огромный вклад в развитие численных методов решения математических задач. Одним из них является метод численного решения уравнений.

Цель работы – изучить и осмыслить метод Ньютона численного решения уравнений. Показать на примере реализацию этого метода.

Метод Ньютона, известный как метод касательных, является итерационным численным методом для нахождения корня заданного уравнения. Он предполагает выполнение следующих шагов: 1) задание начального приближения – числового значения, близкого к корню уравнения; 2) итерационный процесс, согласно методу Ньютона; 3) проверку точности найденного корня [3].

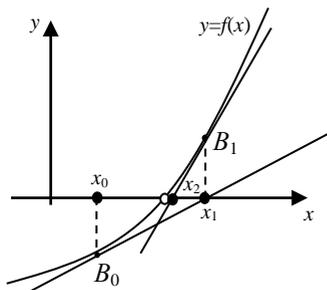


Рис. 1

Графическая интерпретация метода Ньютона показана на рис. 1. Суть этого итерационного метода состоит в том, что на каждом итерационном шаге (шаге приближения к корню) в точке выбранного или найденного приближения $x = x_i$ проводится касательная к кривой $y = f(x)$, которая определяет левую часть решаемого уравнения $f(x) = 0$. При этом следующим приближением к корню считается точка пересечения этой касательной с осью абсцисс (рис. 1).

При реализации метода Ньютона следует руководствоваться следующим правилом: в качестве исходной точки x_0 выбирается та граница отрезка $[a; b]$, которому отвечает ордината того же знака, что и знак второй производной функции $y = f(x)$.

Уравнение касательной, проведенной к кривой $y = f(x)$ через точку $B_0(x_0; f(x_0))$, будет иметь вид $y - f(x_0) = f'(x_0)(x - x_0)$.

Отсюда найдем следующее приближение корня – точку x_1 как абсциссу точки пересечения касательной с осью Ox ($y = 0$):

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)}.$$

Аналогично могут быть найдены и следующие приближения как точки пресечения с осью абсцисс касательных, проведенных в точках B_1, B_2 и т. д. Формула для $i + 1$ приближения имеет следующий вид:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}.$$

Для окончания итерационного процесса может быть использовано условие близости двух последовательных приближений $|x_{i+1} - x_i| < \varepsilon$ ($i = 0, 1, \dots, n$).

Покажем реализацию метода Ньютона в Mathcad на следующем примере: решить уравнение $x - e^x + 4 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-5}$.

Решение примера в Mathcad показано на рис. 2.

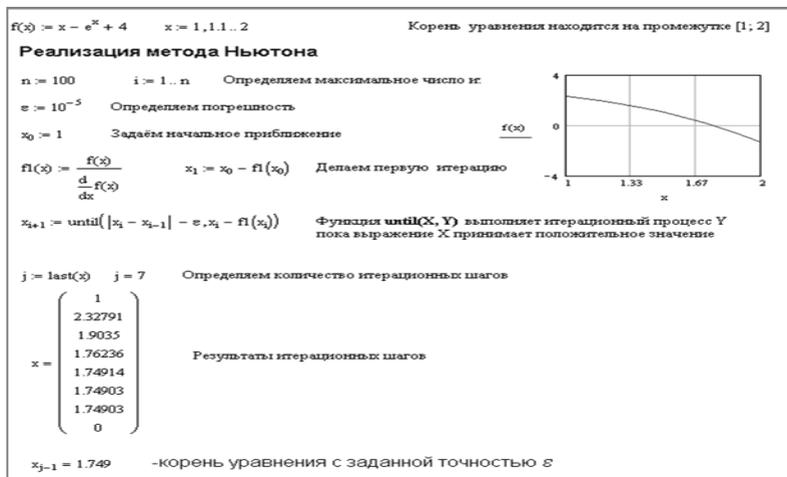


Рис. 2. Вариант решения уравнения методом Ньютона в Mathcad

Заключение. Исаак Ньютон – выдающийся математик, физик и астроном. Он внес огромный вклад в развитие науки, создав основы

классической механики и теории гравитации. Его работы оказали огромное влияние на развитие математики, физики и астрономии. Великолепный талант и ум Ньютона помогли ему сформулировать законы движения и теорию всемирного тяготения, которые до сих пор являются фундаментальными для нашего понимания мира вокруг нас.

Рассмотренный нами в данной работе метод численного решения уравнений, названный в честь выдающегося ученого Ньютона, показывает его разносторонность исследований и вклад этого ученого в развитие математики как науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобзарев, И. Ю. Ньютон и его время / И. Ю. Кобзарев // Четыре окна. – 1978. М.: Знание, 1978. – 64 с.
2. Акройд, П. Исаак Ньютон / П. Акройд // Азбука-Аттикус. – М.: КоЛибри, 2011. – 62 с.
3. Волков, Е. А. Численные методы / Е. А. Волков // Физматлит. – 2003. – 249 с.

УДК 519.6

Сивцов А. В., студент 1-го курса МСФ

РОДЖЕР КОТС, ЕГО УЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ПРИБЛИЖЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ

Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, численные методы, численное интегрирование функций.

Аннотация. Роджер Котс внес значительный вклад в область приближенного интегрирования функций и математического анализа, оставив свой след в истории математики и развитии ее численных методов.

Keywords: mathematics, history of mathematics, numerical methods, numerical integration of functions.

Summary. Roger Coates made significant contributions to the field of approximate integration of functions and mathematical analysis, leaving his mark on the history of mathematics and the development of its numerical methods.

Введение. Роджер Котс – английский математик, астрономом и философом, живший с 1682 по 1716 гг. Он был соратником и помощ-

ником Исаака Ньютона, поэтому его математические способности в Англии того времени сравнивались, сопоставлялись, а иногда ставились в один ряд с заслугами Исаака Ньютона [1].

Котс помог Ньютону в подготовке второго издания его работы «Начала» (Principia Mathematica). Он исправил множество неточностей в доказательствах и вычислениях, а также внес собственное предисловие, подтверждая превосходство принципов Ньютона над популярной в то время «вихревой теорией гравитации» Рене Декарта.

Одним из наиболее известных достижений Роджера Котса является его работа над математическими методами, используемыми для приближенного интегрирования функций, он использовал методы аппроксимации и разложения функций, чтобы получить численные значения интегралов. Это было важно для решения физических задач, связанных с движением небесных тел. Кроме того, Роджер Котс внес вклад в развитие математического анализа и теории чисел. Он работал над различными математическими проблемами, включая разложение функций на ряды и исследование свойств чисел [2].

Цель работы – изучить и осмыслить учения Роджера Котса в области приближенного интегрирования функций. Показать на примере реализацию этих учений.

Пусть приближенно требуется вычислить значение интеграла $\int_a^b f(x)dx$. При этом не исключаются случаи, когда подынтегральная функция $f(x)$ на отрезке интегрирования $[a; b]$ может иметь некоторые особенности. Так, например, могут существовать точки, в которых функция имеет резко изменяющиеся или разрывные производные внутри промежутка интегрирования. В таких ситуациях мы должны заранее освободиться от таких особенностей. Делается это путем разложения подынтегральной функции на 2 сомножителя, т. е. представление интеграла в виде

$$\int_a^b p(x) \cdot f(x)dx,$$

где $[a; b]$ – любой конечный или бесконечный отрезок числовой оси;

$p(x)$ – весовая функция (интегрируемая положительная на отрезке $[a; b]$ функция), учитывающая особенности поведения подынтегральной функции;

$f(x)$ – гладкая функция (или сеточная (таблично заданная) функция).

Такой интеграл можно приближенно оценить по формуле

$$\int_a^b p(x) \cdot f(x) dx \approx \sum_{k=1}^n C_k \cdot f(x_k),$$

где C_k – квадратурные коэффициенты;

x_k – квадратурные узлы отрезка $[a; b]$.

Сама формула называется квадратурной формулой вычисления интеграла, а сумма, характеризующая правую часть этого приближенного равенства – квадратурной суммой.

Можно заметить, что квадратурная сумма однозначно определяется $2n + 1$ параметром: n значений квадратурных коэффициентов C_k , n значений квадратурных узлов x_k и сам параметр n , который характеризует число точек (узлов сетки) разбиения отрезка $[a; b]$. Так как точность вычисления интеграла зависит от числа разбиений n , то значение n должно быть достаточно велико. Остальные же параметры должны быть подобраны так, чтобы сеточные значения функции при интегрировании давали наилучшее приближение функций $f(x)$. Если функция $f(x)$ известна или задана таблицей значений $f(x_k)$ в некоторой системе узлов x_k ($k = \overline{0, n}$) и на выбор коэффициентов не налагаются дополнительные ограничения, то используют интерполяционные квадратурные формулы. Основой для таких формул служит полином Лагранжа.

1. По узловым точкам строится интерполяционный многочлен Лагранжа:

$$L_n(x) = \sum_{k=0}^n \frac{W_k^n(x)}{W_k^n(x_k)} \cdot f(x_k),$$

где $W_k^n(x) = \frac{W_n(x)}{x - x_k}$; $W_n = \prod_{k=0}^n (x - x_k)$.

2. Считая $f(x) = L_n(x)$, получаем

$$\int_a^b p(x) \cdot f(x) dx = \sum_{k=1}^n C_k \cdot f(x_k)$$

где $C_k = \frac{1}{W_k^n(x_k)} \int_a^b W_k^n(x) \cdot p(x) dx$ – интеграл от интерполяционного

многочлена Лагранжа.

Квадратурные формулы, у которых коэффициенты C_k определяются данным способом, называются квадратурными формулами Ньютона-Котса (Котеса) порядка n в честь выдающихся ученых Исаака Нью-

тона и Роджера Котса. Эти квадратурные формулы позволяют производить численное интегрирование функций в одинаково отстоящих друг от друга точках (узлах сетки).

Запишем квадратурную формулу Ньютона-Котеса 1 порядка для численного вычисления интеграла

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{2} f(a) + \frac{b-a}{2} f(b) = \frac{f(b) + f(a)}{2} \cdot (b-a).$$

Геометрический смысл полученной формулы заключается в том, что определенный интеграл по отрезку $[a; b]$ в первом приближении может быть подсчитан как площадь прямоугольной трапеции с высотой равной $b - a$ и основаниями равными соответственно $f(a)$ и $f(b)$ (рис. 1).

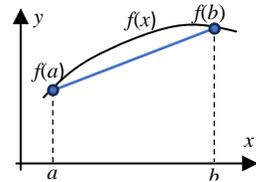


Рис. 1

В случае если определенный интеграл

имеет вид $\int_a^b f(x) dx$, и для равноотстоящих узлов: $x_0 = a; x_1 = a + h, x_2 = a + 2h, \dots, x_{n-1} = a + (n-1)h, x_n = a + nh = b$ на заданном конечном отрезке интегрирования $[a; b]$ квадратурная формула может быть переписана в виде [3]

$$\int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{k=0}^n B_k^n \cdot f(a+k \cdot h),$$

где $B_k^n = \frac{(-1)^{n-k}}{n \cdot k! \cdot (n-k)!} \cdot \int_0^n \prod_{t=0, t \neq k}^n (t-k) dt$;

$$h = \frac{b-a}{n};$$

n – число точек разбиения отрезка $[a; b]$.

Покажем на примере реализацию учений Котса для численного интегрирования функций.

Пример. Используя квадратурную формулу Ньютона-Котеса 4-го порядка в Mathcad вычислить определенный интеграл $\int_{2.2}^{3.74} (2x-4)^4 dx$.

Погрешность R_4 применяемой формулы оценить как разность результата численного вычисления интеграла и его точного значения.

Решение примера в Mathcad показано ниже на рис. 2.

$$\begin{aligned}
 & \text{Iт} := \int_{2.2}^{3.74} (2x - 4)^4 dx = 51.03727828 \quad \text{- точное значение интеграла} \\
 & \text{Приближенное интегрирование с помощью квадратурной формулы Ньютона-Котеса} \\
 & a := 2.2 \quad b := 3.74 \quad n := 4 \quad f(x) := (2x - 4)^4 \quad h := \frac{b - a}{n} \quad h = 0.385 \\
 & B(n, k) := \frac{(-1)^{n-k}}{n! \cdot (n-k)!} \int_0^n \frac{\prod_{k=0}^n (t - k)}{t - k} dt \\
 & k := 0..n \quad x_k := a + k \cdot h \\
 & B(n, k) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{7}{90} \\ \frac{16}{45} \\ \frac{2}{15} \\ \frac{16}{45} \\ \frac{7}{90} \end{pmatrix} \quad x = \begin{pmatrix} 2.2 \\ 2.585 \\ 2.97 \\ 3.355 \\ 3.74 \end{pmatrix} \\
 & \text{Iч} := (b - a) \cdot \sum_{k=0}^n (B(n, k) \cdot f(x_k)) \quad \text{Iч} = 51.03727828 \quad \text{- приближенное значение интеграла} \\
 & \text{R4} := \text{Iч} - \text{Iт} = 3 \times 10^{-14} \quad \text{- погрешность приближенного вычисления}
 \end{aligned}$$

Рис. 2

Анализ такого решения показывает, что до 13 разряда после запятой точное значение совпадает с приближенным. При этом погрешность такого численного вычисления интеграла

$$\int_{2.2}^{3.74} (2x - 4)^4 dx$$

высит $3 \cdot 10^{-14}$.

Заключение. Роджер Котс внес значительный вклад в область приближенного интегрирования функций и математического анализа, оставив свой след в истории математики и развитии ее численных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руни, Энн История математики, от создания пирамид до изучения бесконечно-сти. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01009505936> (дата обращения: 18.05.2024).

2. Котс Роджер. Логометрия. – URL: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=ucm.5324351035&view=2up&seq=8> (дата обращения: 18.05.2024).

3. Березин, И. С. Методы вычислений / И. С. Березин, Н. П. Жидков. – URL: <https://studizba.com/files/show/djvu/3255-1-tom-2.html?ysclid=lwbvziiak706696853> (дата обращения: 18.05.2024).

УДК 519.6

Янченко И. С., студент 1-го курса МСФ

ЖОЗЕФ ЛУИ ЛАГРАНЖ, ЕГО УЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИИ

Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, численные методы, приближение функций, интерполяция.

Аннотация. Лагранж – это не только великий математик, но и ученый, чьи идеи оказали огромное влияние на различные области науки. Его вклад в математику и физику остается важным и актуальным до сих пор.

Идеи Лагранжа в области приближения функций включают в себя использование базисных полиномов Лагранжа, которые строятся на основе узлов интерполяции и позволяют выразить интерполяционный многочлен через эти полиномы. Метод Лагранжа обеспечивает эффективное и точное приближение функции по имеющимся значениям. Это делает его важным инструментом в численных методах приближения и анализа данных.

Keywords: mathematics, history of mathematics, numerical methods, approximation of functions, interpolation.

Summary. Lagrange is not only a great mathematician, but also a scientist whose ideas had a huge impact on various fields of science. His contributions to mathematics and physics remain important and relevant to this day. Lagrange's ideas in the field of approximation of functions include the use of basic Lagrange polynomials, which are built on the basis of interpolation nodes and allow the expression of an interpolation polynomial through these polynomials. The Lagrange method provides an efficient and accurate approximation of the function to the available values. This makes it an important tool in numerical methods of approximation and data analysis.

Введение. Жозеф Луи Лагранж – французский математик, астроном и механик итальянского происхождения, живший с 1736 по 1813 гг. Он был одним из крупнейших математиков XVIII в. Лагранж прославился своим исключительным мастерством в области обобщения и синтеза научного материала. Лагранж начал свой путь в математике, изучая математическую литературу и решая задачи, которые даже Эйлер не смог решить. Его вклад в различные области науки оставил непередаваемый след в истории математики и физики [1]:

- аналитическая механика: Лагранж является автором классического трактата «Аналитическая механика», в котором он установил фундаментальный «принцип возможных перемещений» и завершил математизацию механики. Он сформулировал принцип наименьшего действия, который является одним из фундаментальных принципов в аналитической механике. Этот принцип утверждает, что физическая система движется по пути, который минимизирует интеграл действия. Это понятие имеет глубокое практическое значение для связи физики и математики;

- математический анализ: он внес огромный вклад в математический анализ, теорию чисел и вариационное исчисление. Он изучал целые числа и исследовал их свойства, включая разложение на простые множители;

- теория вероятностей и численные методы: Лагранж также занимался исследованиями в области теории вероятностей и численных методов, о чем говорят одноименные формулы, используемые в этих разделах математики. Например, Лагранжев многочлен, Лагранжева интерполяция, Лагранжева теорема о среднем и другие математические понятия названы в его честь;

- астрономия: Лагранж работал в области астрономии и внес вклад в теорию движения планет. Его исследования помогли уточнить орбиты планет и предсказать их положение в будущем. В астрономии существуют так называемые Лагранжевы точки, которые представляют собой особые положения в системе двух тел, где гравитационные силы и центробежные силы сбалансированы. Эти точки были впервые описаны Лагранжем;

- научные общества и академии: он был членом нескольких академий, включая Прусскую академию наук, Парижскую академию наук, Петербургскую академию наук и Лондонское королевское общество.

Цель работы – изучить и осмыслить учения Жозефа Луи Лагранжа в области приближения функций. Показать на примере реализацию его идей в области интерполяции функций.

Метод Лагранжа интерполяции функций позволяет приблизить таблично заданную функцию с помощью полинома на единицу меньшей степени по сравнению с количеством заданных узлов, который совпадает с функцией в узловых точках. Этот метод основан на принципе, который утверждает, что существует единственный полином минимальной степени, проходящий через заданные точки. Идеи Лагранжа в этой области включают в себя использование базисных полиномов Лагранжа, которые строятся на основе узлов интерполяции и позволяют выразить интерполяционный многочлен через эти полиномы [2]. Этот метод обеспечивает эффективное и точное приближение функции по имеющимся данным точкам, что делает его важным инструментом в численных методах приближения и анализа данных.

Существует общий подход к построению интерполяционных многочленов. Подберем такую функцию $F(x)$, которая в узловом значении x_0 равна 1, а в остальных узлах равна 0, т. е.

$$F(x_0) = 1, F(x_i) = 0, x_i \neq x_0.$$

Такую функцию мы можем представить в следующем виде:

$$F(x) = \frac{(x-x_1) \cdot (x-x_2) \cdot \dots \cdot (x-x_{n-1}) \cdot (x-x_n)}{(x_0-x_1) \cdot (x_0-x_2) \cdot \dots \cdot (x_0-x_{n-1}) \cdot (x_0-x_n)}.$$

Построим многочлен, который в точке x_0 принимает значение $f(x_0)$, а в остальных узловых точках обращается в 0. Он будет иметь вид

$$F_0(x) = \frac{(x-x_1) \cdot (x-x_2) \cdot \dots \cdot (x-x_n)}{(x_0-x_1) \cdot (x_0-x_2) \cdot \dots \cdot (x_0-x_n)} \cdot f(x_0).$$

Аналогичным образом определяется многочлен, принимающий значение $f(x_1)$ в точке x_1 , а в остальных узловых точках равный 0

$$F_1(x) = \frac{(x-x_0) \cdot (x-x_2) \cdot \dots \cdot (x-x_n)}{(x_1-x_0) \cdot (x_1-x_2) \cdot \dots \cdot (x_1-x_n)} \cdot f(x_1).$$

Обобщив результаты, можно записать подобные функции для всех узловых точек, т. е. функции вида

$$F_j(x) = \begin{cases} f(x_j), & \text{если } x=x_j, \\ 0, & \text{если } x \neq x_j. \end{cases}$$

Они будут выглядеть так:

$$F_j(x) = \frac{(x-x_0) \cdot (x-x_1) \cdot \dots \cdot (x-x_{j-1}) \cdot (x+x_{j+1}) \cdot \dots \cdot (x-x_n)}{(x_j-x_0) \cdot (x_j-x_1) \cdot \dots \cdot (x_j-x_{j-1}) \cdot (x_j-x_{j+1}) \cdot \dots \cdot (x_j-x_n)} f(x_j).$$

Тогда интерполяционный многочлен может быть записан в виде суммы представленных выше многочленов и называется *интерполяционной формулой Лагранжа*

$$\tau_n(x) = W(x) \cdot \sum_{i=0}^n \frac{f(x_i)}{(x-x_i) \cdot W'(x_i)},$$

где $W(x) = \prod_{j=0}^n x - x_j$;

$$W'(x_i) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n x_i - x_j.$$

Полином Лагранжа удобно использовать, если требуется находить приближения различных функций, заданных в одних и тех же узловых точках. В таких случаях можно предварительно вычислить коэффициенты Лагранжа по формуле

$$\frac{W(x)}{(x-x_i) \cdot W'(x_i)}, \quad i = \overline{0, n}.$$

Например, составим интерполяционные многочлены для следующих функций, заданных таблично, и построим их графики:

x	0	1	2
y	1	1	3

x	0	1	2
y	-5	1,45	3,76

Решение. Реализацию формулы Лагранжа для интерполяции функций в Mathcad покажем на рис. 1.

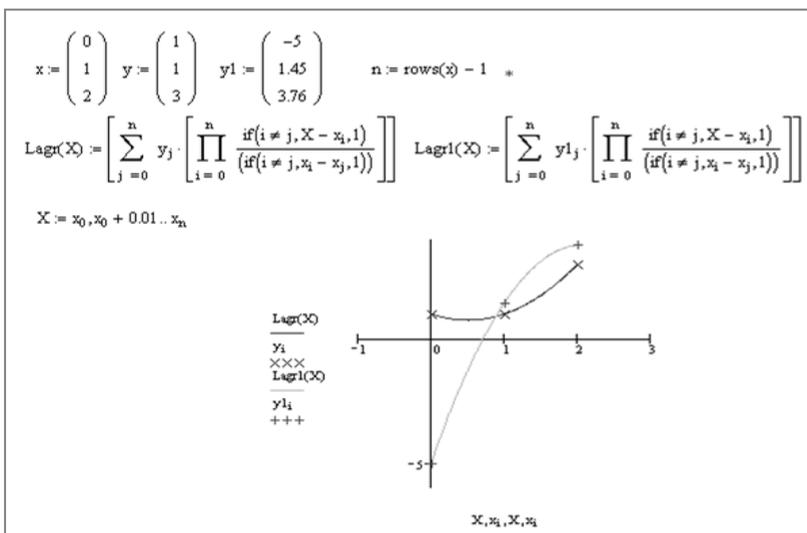


Рис. 1. Реализация интерполяционной формулы Лагранжа в Mathcad

Заключение: Лагранж – это не только великий математик, но и ученый, чьи идеи оказали огромное влияние на различные области науки. Его вклад в математику и физику остается важным и актуальным до сих пор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лэнгхэм, Э. Жозеф-Луи Лагранж, математик метрической системы. – URL: <https://anagrath.medium.com/joseph-louis-lagrange-the-metric-system-mathematician-ad1a4492cbcf/> (дата обращения: 17.05.2024).
2. Метод интерполяции Лагранжа – URL: <https://studfile.net/preview/9809584/page:2/> (дата обращения: 17.05.2024).

УДК 511.11(091)

Павлович Ю. В., студент 3-го курса МСФ

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧИСЛА, ЯВЛЯЮЩЕГОСЯ ОСНОВАНИЕМ НАТУРАЛЬНОГО ЛОГАРИФМА

Научный руководитель – Пансуева М. И., ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, средневековье, естествознание.

Аннотация. В статье проанализированы ключевые этапы развития понятия натурального числа, начиная с древних цивилизаций, когда люди использовали пальцы и предметы окружающего мира для подсчета. В Древнем Египте и Месопотамии появляются первые знаковые записи чисел, что свидетельствует о необходимости учета товаров и ресурсов.

Keywords: mathematics, history of mathematics, the Middle Ages, natural science.

Summary. The article analyzes the key stages of the development of the concept of a natural number, starting from ancient civilizations, when people used fingers and objects of the surrounding world to count. In Ancient Egypt and Mesopotamia, the first significant records of numbers appear, which indicates the need to take into account goods and resources.

В мире чисел, перед тем как узнать их смысл, нам нужно ознакомиться с историей их возникновения. Натуральные числа – это основа всей математики, их начало уходит глубоко в прошлое человечества.

История возникновения натуральных чисел тесно связана с развитием человеческой культуры и потребностей общества. Первобытные люди использовали свои пальцы для счета. Каждый палец представлял один предмет, а подсчет предметов выполнялся путем подсчета пальцев. Позже люди начали использовать камешки или делали зарубки на палках, чтобы представлять числа. Такой подход позволял хранить количество предметов после подсчета [1].

Натуральные числа появились задолго до появления письменности, поэтому точные даты их возникновения невозможно определить.

С развитием цивилизаций натуральные числа стали играть все более важную роль. Они стали основой для арифметических операций, торговли, инженерных расчетов и многих других областей челове-

ской деятельности. В древних цивилизациях, таких как древнее Египетское и Месопотамское царства, были разработаны системы записи чисел, которые использовались для ведения бухгалтерии, строительства и астрономии [2].

Одним из важных моментов в истории натуральных чисел было изобретение позиционной системы счисления, которая используется в современной математике. Этот подход позволил значительно упростить запись чисел и выполнение арифметических операций. Позиционная система счисления была разработана в различных культурах, независимо друг от друга, включая древние индийскую, китайскую и майя цивилизации [3, 4, 5].

С течением времени натуральные числа продолжали развиваться и превращаться в основу для более сложных математических концепций, таких как целые числа, рациональные числа, вещественные числа и комплексные числа. Они остаются неотъемлемой частью нашего понимания мира и играют ключевую роль в науке, технике, экономике и многих других областях.

Современное понимание натуральных чисел включает в себя такие свойства, как порядок, сложение, умножение и делимость. Они являются основой для дальнейшего изучения математики и ее приложений в различных областях науки и техники [6].

Натуральные числа – это положительные целые числа, начиная с единицы, не имеющие десятичной части.

Они используются для счета предметов и количества, а также в математических операциях.

Натуральные числа можно складывать, вычитать, умножать и делить, получая новые числа.

Они обладают свойством порядка, то есть можно сравнивать и упорядочивать их по величине.

Натуральные числа также играют важную роль в теории вероятностей, алгебре, геометрии и других областях математики.

Таким образом, понятие натурального числа является одним из фундаментальных в математике и имеет древние истоки, связанные с потребностями человеческой цивилизации. С развитием математической науки оно приобрело более строгое и формализованное определение, которое используется в современных исследованиях и приложениях [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по элементарной математике. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960 – 368 с.
2. Элементарная теория чисел: учеб. пособие. – Саратов: – 1962. – 126 с.
3. Математика действительных и комплексных чисел. – М.: Просвещение, 1975. – 158 с.
4. Арифметика рациональных чисел. – М.: Просвещение, 1971. – 399 с.
5. Справочник по высшей математике. – М.: Физмат, 1963. – 991 с.
6. История математики в школе: пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1981. – 239 с.
7. Числа и познание мира. – Мариуполь: Полиграфический центр газеты «ИнформМеню», 1997. – 112 с.

УДК 51(091)

Павлович Ю. В., студент 3-го курса МСФ

СТАРИННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПИСИ ЧИСЕЛ

Научный руководитель – Пансуева М. И., ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: математика, история математики, средневековье, естествознание.

Аннотация. В статье проанализированы различные подходы к представлению чисел, применяемых в разных культурах и исторических эпохах. Начинается все с древнеегипетских и шумерских систем, где иероглифы и клинопись служили не только для счета, но и для фиксации важных исторических событий и торговых операций. Точные записи чисел были необходимы для ведения учета ресурсов и налогов.

Keywords: mathematics, history of mathematics, the Middle Ages, natural science.

Summary. The article analyzes various approaches to the representation of numbers used in different cultures and historical epochs. It all starts with the ancient Egyptian and Sumerian systems, where hieroglyphs and cuneiform served not only for counting, but also for recording important historical events and trade transactions. Accurate records of numbers were necessary to keep records of resources and taxes.

В течение многих веков различные цивилизации разрабатывали свои системы записи чисел, отражая их культуру, потребности и технологический уровень. От древних цивилизаций до современности,

эти системы были ключевым элементом организации общества, торговли, науки и инженерии. Рассмотрим несколько старинных систем записи чисел, которые оставили свой след в истории:

1. Система чисел Майя: древние Майя разработали уникальную систему записи чисел, основанную на комбинации позиционного и десятичного методов. Она включала символы для чисел от 0 до 19, а затем использовала различные степени числа 20. Эта система дала возможность Майя создать точные календари и математические расчеты.

2. Китайские узлы: до появления письменности в Древнем Китае люди использовали узлы на веревках для записи информации, включая числа, события и торговые сделки. Эта система, известная как «китайские узлы», представляла собой уникальный способ кодирования информации с помощью различных типов узлов и их расположения [1, 2, 3].

3. Римские числа: среди множества иероглифических систем счисления, которые существовали в разные времена у разных народов, только одна используется до сих пор. Эти цифры встречаются на циферблатах часов, фронтонах старинных и современных зданий, памятниках, страницах книг. Речь идет о римской системе счисления.

Римским цифрам около 2,5 тыс. лет. Как читать римские цифры? Правило записи римских чисел гласит: «Если большая цифра стоит перед меньшей, то они складываются, если же меньшая стоит перед большей, то меньшая вычитается из большей». В наши дни любую из римских цифр запрещается записывать в одном числе более трех раз подряд (V1111).

Единицы		Десятки		Сотни		Тысячи	
1	I	10	X	100	C	1000	M
2	II	20	XX	200	CC	20000	MM
3	III	30	XXX	300	CCC	30000	MMM
4	IV	40	XL	400	CD		
5	V	50	L	500	D		
6	VI	60	LX	600	DC		
7	VII	70	LXX	700	DCC		
8	VIII	80	LXXX	800	DCCC		
9	IX	90	XC	900	CM		

Эта таблица позволяет обозначить любое число от 1 до 3999. Вот как будет выглядеть число 3999 – MMMCMXCIX.

У многих народов для обозначения числа 1 применялся один и тот же символ – вертикальная черточка. Это самое древнее число в исто-

рии человечества. Оно возникло из простой черты на земле, из зарубки на дереве или кости [4].

4. Вавилонская система: древние жители Месопотамии, известные как Вавилоняне, использовали шестидесятиричную систему для записи чисел. Она основана на принципах позиционного обозначения и имела символы для чисел от 1 до 59, а также для степеней числа 60. Эта система впоследствии оказала значительное влияние на развитие десятичных систем.

5. Египетские дроби: искусство дробления. Древние египтяне использовали свою уникальную систему записи дробей, которая отличалась от привычной нам десятичной системы. Египетские дроби состояли из суммы обыкновенных дробей вида $1/n$, где n – целое число. Такая система позволяла им работать с дробными числами без использования десятичных дробей [5].

6. Китайские числа: позиционная нотация. В китайской системе записи чисел используется позиционная нотация, аналогичная десятичной системе. Однако вместо степеней числа 10 используются степени числа 10 000. Это делает китайскую систему чисел более компактной и удобной для работы с большими числами. Кроме того, китайцы использовали палочки и точки для обозначения чисел [1, 2, 6].

В истории человечества существует множество различных систем записи чисел, которые использовались различными народами и цивилизациями. Они отражают не только математические представления, но и культурные особенности того времени.

Изучение старинных систем записи чисел не только позволяет нам понять математические представления различных цивилизаций, но и открывает перед нами удивительный мир культурного многообразия. Каждая система имеет свою уникальную историю и особенности, которые отражают менталитет и технологический уровень того времени. Погружаясь в мир старинных числовых систем, мы можем лучше понять и оценить богатство математического наследия нашей планеты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юшкевич, А. П. История математики / А. П. Юшкевич. – Т. 1. – М.: Физматгиз, 1970. – 351 с.
2. Глейзер, Г. И. История математики в школе / Г. И. Глейзер. – М.: Просвещение, 1964. – 239 с.
3. Виртуальный музей ТВ. – URL: <http://lukped.narod.ru/internet/binary/theor.htm> (дата обращения: 10.05.2024).
4. Обучающая программа по информатике по теме: «Системы счисления». – URL: <http://yarik2000.narod.ru/cc/hist10.html> (дата обращения: 10.05.2024).

СОДЕРЖАНИЕ

Кафедра высшей математики и физики: от истоков к юбилеям	3
Бир Д. К. Развитие естествознания в Средневековье.....	5
Гайков В. С. Открытия натурфилософов в античности.....	8
Жуков З. Ю. Космогония античных мыслителей как основа современной физики и астрономии.....	11
Дёмин Д. А. Исторические аспекты развития космонавтики.....	14
Аксёнова А. В. Исторические аспекты развития белорусской космонавтики.....	18
Кондратович В. В. Аспекты развития ядерной энергетики.....	23
Шийч М. А. Исторические факты научной деятельности М. В. Келдыша.....	27
Минич А. Д., Муркин Д. В. Конденсаторы и их применение в технике.....	32
Иванова И. В. Этапы развития квантовой физики.....	37
Соболь К. П. Развитие физики в трудах М. В. Ломоносова.....	42
Мартинovich Д. О. Выдающийся русский ученый К. Э. Циолковский.....	46
Журавко В. А. Особенности развития физической науки в XVIII в.	51
Тишук Д. Ю. Физика микромира: от Левкиппа до Хитгса.....	57
Ковтунов В. А. Развитие представлений об электричестве до середины XVIII в. Бараченя А. Н. Из истории создания атомной бомбы.....	62
Бараченя А. Н. А. Д. Сахаров: фрагменты биографии.....	68
Сяк В. А. М. В. Ломоносов. Биография, направления научных исследований и вклад в развитие физики.....	75
Автухович И. Е. Физика начала XXI в.	82
Пашкевич А. Г. Роль Авиценны в развитии математики.....	87
Правлоцкий А. А. Римские и арабские цифры.....	91
Авдеева И. С. Возникновение математики как науки.....	94
Гайдуков Н. А., Павлович Ю. В. Применение теории вероятностей в задачах экономики.....	97
Терещенко А. В. Открытие десятичных дробей.....	101
Аксёнова А. В. Карл Фридрих Гаусс, его вклад в развитие математики на примере решения систем линейных уравнений.....	105
Альшевский Н. Ю. Леонард Эйлер, его вклад в развитие численных методов решения дифференциальных уравнений.....	108
Зимич И. В. Исаак Ньютон, его вклад в развитие приближенных методов решения уравнений.....	112
Сивцов А. В. Роджер Котс, его учение в области приближенного интегрирования функций.....	116
Янченко И. С. Жозеф Луи Лагранж, его учение в области приближения функции.....	120
Павлович Ю. В. История возникновения числа, являющегося основанием натурального логарифма.....	125
Павлович Ю. В. Старинные системы записи чисел.....	130
	132

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО
И СПЕЦИАЛЬНОГО ЗНАНИЯ
В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ

Сборник научных трудов
по материалам междисциплинарной научно-практической
конференции студентов и молодых ученых,
посвященной 105-летию кафедры высшей математики и физики

Горки, 26–27 июня 2024 г.

Редактор *А. В. Третьякова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Компьютерный набор и верстка *А. Г. Мишуры*

Подписано в печать 03.01.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 7,90. Уч.-изд. л. 7,43.
Тираж 20 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.