Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Технология и методика преподавания»

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

Практические работы
для студентов специальности
1-02 06 02 «Технология. Дополнительная специальность»

Минск
БНТУ
2012

УДК 62 (091) (076.5)
ББК 3г.я7
И 90

С о с т а в и т е л и:
О.А. Прохоров, А.А. Дробыш

Р е ц е н з е н т ы:
Е.Е. Петюшик, Э.М. Кравченя

И 90 История техники: практические работы для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология. Дополнительная специальность» / сост.: О.А. Прохоров, А.А. Дробыш. – Минск: БНТУ, 2012. – 29 с.

В данном издании содержится материал для проведения практических занятий по дисциплине «История техники», включающий темы рефератов, задачи, справочные материалы и рекомендации по проведению занятий.

Предназначено для студентов инженерно-педагогического факультета БНТУ, а также может быть использовано для самостоятельного изучения истории техники студентами университета.

ISBN 978-985-525-747-0

Введение

Для построения полноценного информационного пространства конкретной технической дисциплины, а также интегрирования совокупности технико-педогогических знаний, требуется фундамент, отправная точка. Именно этим фундаментом и могут послужить знания и практические навыки, полученные при изучении «Истории техники».

Цели учебного курса: сформировать целостное представление о развитии науки и техники; показать динамику развития техники и технологий на всем протяжении истории человечества; показать взаимосвязь и взаимообусловленность проблем, решаемых специалистами различных специальностей. Задачи учебного курса: научить грамотно оценивать события истории науки и техники; научить пользоваться основными источниками по истории науки и техники; научить системному подходу в оценке развития любой научной дисциплины.

Курс состоит из лекционных и практических занятий студентов и завершается экзаменом. Студентам предлагается написать реферат и пройти процедуру его защиты в виде устного доклада на практическом занятии. Выполнение этих заданий способствует формированию у обучаемых навыков самостоятельной творческой работы и выступлений перед коллективом.

На практических занятиях кроме защиты подготовленных рефератов предполагается также решение исторических технических и математических задач, таких, например, как задачи перемещения известняковых блоков при строительстве пирамид, задач древневавилонских каменных табличек и египетских папирусов.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

Студентам предлагается написать и защитить в ходе практических занятий реферат (устное выступление 12–15 минут) по курсу. Предлагаемые темы (дополнительные темы предлагаются самими студентами):

1. Изобретения Леонардо да Винчи.
2. Михаил Васильевич Ломоносов – ученый и изобретатель.
3. Константин Эдуардович Циолковский – основоположник теории реактивного движения и космонавтики.
4. Измерения температуры. История вопроса.
5. Системы измерений длины. Возникновение метрической системы.
6. История часов и систем измерения времени.
7. Роберт Вуд – американский физик и изобретатель.
8. Вклад Д.И. Менделеева и А.М. Бутлерова в развитие химии и химической технологии.
9. Российские ученые – лауреаты Нобелевской премии.
10. История развития энергетических машин и освоения новых энергий.
11. Алхимический период в истории науки.
12. Джеймс Уатт – создатель универсальной тепловой машины.
13. Е. и М. Черепановы – русские изобретатели и промышленные инженеры.
14. Майкл Фарадей.
15. Электрические машины Николы Тесла.
16. Томас Эдисон.
17. Автомобильный король Генри Форд.
18. Техническая (инженерная) деятельность Галилея и Ньютона.
19. Техника обработки металлов в давней Руси.
20. Печатный станок и словолитная форма Иоганна Гуттенберга.
21. Роль Н.Е. Жуковского в развитии российской авиации.
22. Российский ученый-металлург Дмитрий Константинович Чернов.
23. Искусственный интеллект.
24. Инженер Рудольф Дизель.
25. Павел Петрович Ано́сов – выдающийся русский горный инженер и учёный-металлург.

26. Памятники культуры Древнего Египта.
27. Краткий обзор развития механики.
28. История парохода.
29. Покорение космоса.
30. Великие путешественники и их корабли.

ТЕМА № 1. ЗАДАЧИ ДРЕВНЕГО ВАВИЛОНА

В древнем Вавилоне математика зародилась задолго до нашей эры. Вавилонские памятники в виде глиняных плиток с клинописными надписями хранятся в различных музеях мира, в том числе в ленинградском Эрмитаже и московском Музее изобразительных искусств. Найдено сорок четыре глиняных таблицы – своеобразная математическая энциклопедия древних вавилонян. В них даны достаточно удобные способы решения ряда практических задач, связанных с земледелием, строительством и торговлей.

Научные достижения древних вавилонян заключаются в следующем:

1. Вавилоняне были основоположниками астрономии. Полученные ими данные о продолжительности основных циклов и периодов в планетной системе обладают довольно большой точностью, так, например, вавилонский лунный месяц отличается от принятого современной астрономией всего лишь на 0,4 сек.

2. Вавилоняне создали шестидесятиричную систему счисления, в основе которой лежало не число 10, как у нас, а число 60. Они создали систему мер и весов, в которой каждая последующая мера больше предыдущей в 60 раз. Отсюда ведет начало наше деление мер времени – часа, минуты, секунды – на 60 частей, круга – на 360°.

3. Вавилоняне решали уравнения второй степени и некоторые виды уравнений третьей степени, причем последние – при помощи специальных таблиц.

Числа в системе счисления древнего Вавилона составлялись из знаков двух видов: прямой клин 𒁹 служил для обозначения единиц, а лежачий клин – 𒌋 – для обозначения десятков. Число 32, например, записывали так: 𒌋𒌋𒁹𒁹. Знаки 𒁹 и 𒌋 служили цифрами в этой системе. Число 60 снова обозначалось тем же знаком 𒁹, что и 1, этим же знаком обозначались и числа 3600 = 602, 216000 = 603 и все другие степени 60. Поэтому вавилонская система счисления получила название шестидесятеричной.

Для определения значения числа надо было изображение числа разбить на разряды справа налево. Новый разряд начинался с появления прямого клина после лежачего, если рассматривать число справа налево.

2-й разряд   1-й разряд

Значение числа определяли по значениям составляющих его цифр, но с учетом того, что цифры в каждом последующем разряде значили в 60 раз больше тех же цифр в предыдущем разряде.

Число 92=60+32 записывали так: , а число 444 в этой системе записи чисел имело вид

, так как 444=7×60+24.

Все числа от 1 до 59 вавилонян записывали в десятичной непозиционной системе, а число в целом – в позиционной системе с основанием 60.

Запись числа у вавилонян была неоднозначной, так как не существовало цифры для обозначения нуля. Запись числа 92, приведенная выше, могла обозначать не только 92=60+32, но и, 3632 = 3600+32 = 602+32. Для определения абсолютного значения числа требовались дополнительные сведения. Впоследствии вавилоняне ввели специальный символ для обозначения пропущенного шестидесятеричного разряда – , что соответствует появлению цифры 0 в записи десятичного числа.

Число 3632 теперь нужно было записывать так: . Но в конце числа этот символ все же не ставился, т.е. этот символ все же не был цифрой «ноль» в нашем понимании, и опять же требовались дополнительные сведения для того, чтобы отличить 1 от 60, от 3600 и т.д.

Таблицу умножения вавилоняне никогда не запоминали, т.к. это было практически невозможно. При вычислениях использовались готовые таблицы умножения.

Шестидесятеричная вавилонская система – первая известная нам система счисления, частично основанная на позиционном принципе.

Мнения историков по поводу того, как именно возникла эта система счисления, расходятся. Существуют две гипотезы. Первая исходит из того, что произошло слияние двух племён, одно из которых пользовалось шестеричной, другое – десятичной.

Шестидесятеричная система счисления в данном случае могла возникнуть в результате своеобразного политического компромисса. Суть второй гипотезы в том, что древние вавилоняне считали продолжительность года равной 360 суткам, что естественно связано с числом 60. Отголоски использования этой системы счисления дошли до наших дней. Например, 1 час = 60 минутам, 1 градус = 60 минутам. В целом шестидесятеричная система счисления громоздка и неудобна.

Система вавилонян сыграла большую роль в развитии математики и астрономии, ее следы сохранились и до наших дней. Так, мы до сих пор делим час на 60 минут, а минуты на 60 секунд. Следуя примеру вавилонян, мы и окружность делим на 360 частей (градусов).

Задачи

1.1. Записать числа 12, 263, 500 вавилонскими символами.

1.2. За длину окружности вавилоняне принимали периметр вписанного в эту окружность правильного шестиугольника. Найти приближение для числа π, которым пользовались вавилоняне.

Периметр стен древнего Вавилона составлял 85 248 м. Найти абсолютную погрешность измерения этой длины, если бы вавилоняне измеряли ее колесом диаметром 1 м, объезжая город и считая обороты колеса.

1.3. Разделить прямой угол на три равные части.

1.4. Для определения площади четырехугольника вавилоняне брали произведение полусумм противоположных сторон. Выяснить, для каких четырехугольников эта формула точно определяет площадь.

ТЕМА № 2. ЗАДАЧИ ДРЕВНЕГО ЕГИПТА

Вторым после Вавилона культурным центром глубокой древности был Египет (занимал примерно ту же территорию, что и современный Египет). В этой «стране пирамид» за много тысяч лет до нашей эры возводились гигантские сооружения в виде храмов и пирамид. Некоторые из этих памятников сохранились до настоящего времени. Различные строительные работы, а также земледелие, основанное на искусственном орошении, рано вызвали потребность в математических познаниях и особенно в геометрии.

Математические правила, нужные для земледелия, астрономии и строительных работ, древние египтяне записывали на стенах храмов или на «папирусах», лентообразных свитках из особого писчего материала растительного происхождения.

В Британском музее хранится так называемый «папирус Райнда», расшифрованный профессором А. Эйзенлором в 1877 году.

Рукопись относится к периоду 2000–1700 лет до нашей эры. В ней содержится 84 задачи, причем большинство из них арифметического характера.

Московский папирус относится к 1850 году до нашей эры. Он был приобретен русским собирателем Голенищевым в 1893 году, а в 1912 – перешел в собственность московского Музея изобразительных искусств. Этот редкий, весьма ценный памятник глубокой древности был изучен советскими учеными – академиками В.А. Тураевым и В.В. Струве.

В этом папирусе решается задача на вычисление объема усеченной пирамиды с квадратными основаниями.

Оказывается, как показала расшифровка папирусов, египтяне еще четыре тысячи лет назад решили ряд практических задач по арифметике, алгебре, геометрии, при нем в арифметике пользовались не только целыми числами, но и дробями.

Задачи

2.1. Задача Акмимского папируса. Некто взял из сокровищницы 1/13. Из того, что осталось, другой взял 1/17, оставил же он в сокровищнице 150. Сколько было в сокровищнице первоначально?

2.2. Задача Московского папируса. Определить длину сторон прямоугольника, если известно их отношение и площадь фигуры.

2.3. Задача Московского папируса. Определить объем квадратной пирамиды, если ее высота равна 6, сторона нижнего основания 4, верхнего 2.

Примечание: Рассмотреть два способа решения: современный – пользуясь правилами подобия, древнеегипетский – сместить верхнее основание таким образом, чтобы две боковые грани смыкались с основаниями под прямым углом.

2.4. Группа египетских рабов, оставаясь на месте, тянет за веревку в горизонтальной плоскости известняковый блок массой 2,5 т. При каком наименьшем суммарном усилии рабам удастся сдвинуть блок? Сколько суммарно должны весить все рабы, чтобы не упасть? Какое усилие должен приложить каждый раб?

Коэффициент трения скольжения известняка по песку 0,4; сандалий рабов по песку – 0,5. Каждый раб весит 60 кг. Все рабы тянут груз с одинаковой силой и под одним углом.

ТЕМА № 3. ЗАДАЧИ ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ

Принято считать, что первыми учителями древних греков были египтяне. Еще в VII веке до нашей эры при фараоне Псаметихе иностранным путешественникам был открыт свободный доступ в Египет. Этим широко пользовались ученые древней Греции, совершавшие традиционные путешествия в «страну пирамид» для изучения науки и культуры. Примерно с IV века до нашей эры древние греки стали на путь самостоятельных изыскании по математике и достигли в этом направлении значительных успехов, особенно по геометрии. В III веке до нашей эры древнегреческая геометрия достигла своего апогея в работах древнегреческого ученого Евклида, написавшего тринадцать книг по геометрии, объединенных общим названием «Начала». Это – величественный памятник древнегреческой математической культуры.

В трудах Евклида логическая сторона геометрии была доведена до очень высокого уровня, который был превзойден только на рубеже XIX и XX веков в трудах немецкого математика Давида Гильберта и его школы.

Древние греки интересовались не только вопросами элементарной геометрии (тогда этого термина не было), но и заложили прочные основы высшей геометрии (работы Аполлония, Архимеда и др.).

Значительных успехов в теории чисел достигли Пифагор и его ученики. Пифагор – крупнейший древнегреческий математик и философ V века до нашей эры. В области философии был идеалистом, проповедовал мистику, согласно которой «числа управляют миром». Ему приписывают открытие «теоремы Пифагора» и ряда других теорем.

В области алгебры, в частности в решении неопределенных уравнений, много сделал Диофант, живший на рубеже II и III веков нашей эры в Александрии, почему его и называют иногда Диофантом Александрийским. Он улучшил алгебраические методы путем введения первых буквенных алгебраических обозначений и символического изображения уравнений.

Самое значительное сочинение Диофанта – это его «Арифметика», которая дошла до нас в шести книгах. Однако полагают, что их было 13. По содержанию «Арифметики» Диофанта можно судить о состоянии алгебры у древних греков.

Задачи

3.1. Задача Метродора.

«Здесь погребен Диофант, и камень могильный
При счете искусном расскажет нам,
Сколь долог был его век.
Велением бога он мальчиком был шестую часть своей жизни;
В двенадцатой части затем пришла его светлая юность.
Седьмую часть жизни прибавим – пред нами очаг Гименея.
Пять лет протекли, и прислал Гименей ему сына.
Но горе ребенку! Едва половину он прожил
Тех лет, что отец, как скончался несчастный.
Четыре года страдал Диофант от утраты такой тяжелой
И умер, прожив для науки.
Скажи мне,
Скольких лет достигнув, смерть восприял Диофант?»

3.2. Задача Евклида. Разделить произвольный угол на две равные части.

3.3. Задача Пифагора. Сумма любого числа последовательных нечетных чисел, начиная с единицы, есть точный квадрат.

3.4. Задача о короне. Самая древняя из головоломок, относящихся к взвешиванию, без сомнения, та, которую древний правитель сиракузский Гиерон задал знаменитому математику Архимеду.

Предание повествует, что Гиерон поручил мастеру изготовить венец для одной статуи и приказал выдать ему необходимое количество золота и серебра. Когда венец был доставлен, взвешивание показало, что он весит столько же, сколько весили вместе выданные золото и серебро. Однако правителю донесли, что мастер утаил часть золота, заменив его серебром. Гиерон призвал Архимеда и предложил ему определить, сколько золота и сколько серебра заключает изготовленная мастером корона. Архимед решил эту задачу, исходя из того, что чистое золото теряет в воде 20-ю долю своего веса, а серебро – 10-ю.

Сколько золота утаил мастер, если ему было отпущено 8 кг золота и 2 кг серебра, а когда Архимед взвесил корону под водой, она весила не 10, а всего 9,25 кг? Венец был изготовлен из сплошного металла, без пустот.

ТЕМА 4. ЗАДАЧИ ДРЕВНЕГО КИТАЯ И ИНДИИ

Китайская культура, включая и математику, древнего происхождения. Ее истоки уходят в седую старину. Многие важнейшие открытия в науке и технике, сделанные китайскими учеными, значительно опередили открытия в других странах, а также в странах Западной Европы. Впервые в истории мировой техники китайскими учеными изобретен компас (III в. до н.э.), сейсмограф (II) и спидометр. Задолго до европейцев китайский народ научился изготовлять селитру для получения пороха (X). Еще в VII веке до нашей эры китайские умельцы из народа владели секретом производства фарфора. Известно также, что Китай – родина первого шелка, замечательных красителей и лаков. В XI веке кузнец Би Шен изобрел книгопечатание подвижными буквами (литерами), которое по идее мало чем отличается от современного.

В Китае родилась описательная астрономия, т. е. наука о небесных телах и календаре. Уже в глубокой древности китайские ученые вели систематические наблюдения за небом, за положением и движением небесных светил. Еще в IV веке до нашей эры китайский астроном Ши Шэнь составил первый известный звездный каталог (перечень), в котором дано описание 800 звезд. В Европе аналогичный каталог был составлен около II века нашей эры (каталог Гиппарха). Свои наблюдения китайские астрономы проводили в специально оборудованных помещениях, называемых обсерваториями, оснащенных остроумными приборами собственного изготовления. Древним памятником китайской астрономии в настоящее время является Пекинская обсерватория с ее старинным оборудованием, построенная на окраине города Пекина в 1279 году.

Много сделали древнекитайские ученые в области математики. Особенно большой вклад они внесли в решение наиболее тонких вопросов арифметики и алгебры, т. е. науки, изучающей действия над величинами, выраженными буквами, независимо от числового значения этих величин.

Индия имеет большую и богатую самобытную культуру, истоки которой уходят в седую древность. Много тысяч лет тому назад, еще до нашей эры, в Индии строились оросительные каналы, городские водосточные системы, строились многоэтажные здания из хорошо обожженного кирпича. В далеком прошлом индийцы владели искусством керамического производства (производство изделий из обожженной глины), умело пользовались гончарным кругом, успешно развивали ювелирное дело (изготовление изделий из драгоценных камней и металлов). Еще в глубокой древности в Индии были накоплены большие знания в области грамматики, астрономии и других наук.

Наибольших успехов индийские ученые достигли в области математики. Они явились основоположниками арифметики и алгебры, в разработке которых пошли дальше греческих ученых. Достижения индийских ученых в области арифметики и алгебры оказали сильное влияние на развитие восточной, а затем и европейской математики. Величайшим достижением древнеиндийской математики является, прежде всего, открытие позиционной системы счисления, состоящей из десяти индийских цифр, включая и знак нуль, называемый поиндийски «сунья», что дословно означает «ничто». Интересно заметить, что в первоначальном начертании нуль изображался точкой и лишь спустя много веков – в виде маленького кружка. Кто первый из индийских ученых стал употреблять десятичную систему, неизвестно. Однако есть основание думать, что эта система была изобретена в начале I века нашей эры. Что касается первого употребления знака нуля, то этот замечательный факт относится ко II веку нашей эры.

Наиболее известными индийскими математиками являются Ариабхата (конец I в.), Брамагупта (VII) и Бхаскара (XII).

Индийские математики далекого прошлого любили состязаться на публичных народных собраниях. По этому поводу один индийский автор VII века, заканчивая свою книгу, писал: «Подобно тому, как солнце затмевает своим блеском звезды, так мудрец затмевает славу других людей, предлагая и особенно решая на народных собраниях математические задачи».

Задачи

4.1. В клетке находится неизвестное число фазанов и кроликов. Известно только, что вся клетка содержит 35 голов и 94 ноги. Требуется узнать число фазанов и число кроликов.

4.2. Задача из трактата «Начала искусства вычисления». Определить стороны прямоугольного треугольника, если известны его площадь и периметр.

4.3. Задача о бамбуке из девяти колен. Имеется бамбук из девяти колен. Объем трех нижних колен 4 шэна, четырех верхних колен 3 шэна. Спрашивается, каковы объемы двух средних колен, если объем каждого [колена] отличается от соседних на равную [величину]?

4.4. Из трех бочек риса одинаковой емкости похищено тремя ворами некоторое количество риса. Общее количество его было неизвестно, но выяснилось, что в первой бочке остался 1 го риса, во второй – 1 шинг 4 го и в третьей – 1 го. Пойманные воры показали: первый, что он отсыпал рис из 1-й бочки при помощи лопаты, второй, что он пользовался деревянным башмаком, а третий – миской, причем они соответственно брали из 2-й и 3-й бочек. Лопата, башмак и миска найдены на месте преступления. При обмере их оказалось, что емкость лопаты 1 шинг 9 го, башмака – 1 шинг 7 го, миски – 1 шинг 2 го. Требуется узнать, сколько похитил каждый вор. При этом известно, что 10 го = 1 шингу, 10 шингов = 1 тау, 10 тау = 1 ши[1].

4.5. Задача Брахмагупты. Найти высоту свечи, зная длины теней, бросаемых вертикальным шестом известной высоты в двух различных положениях, при условии, что дано расстояние между положениями шеста (рис. 1).

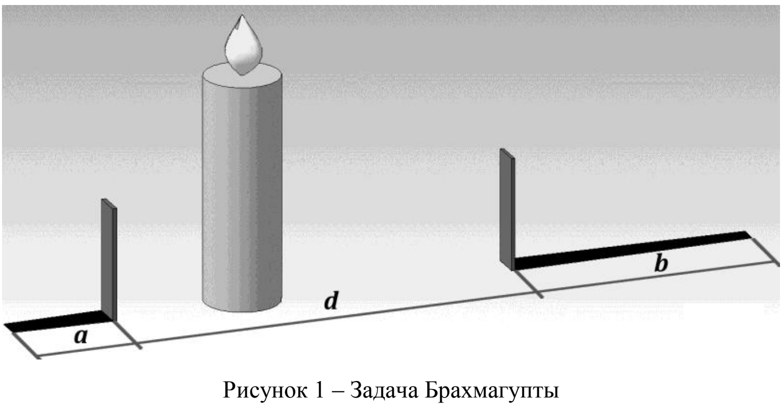

Рисунок 1 – Задача Брахмагупты

[1] Ши – мера объёма, примерно равная 103,54 л. Следует отметить, что оклад древнекитайского чиновника составлял около 0,35 тау риса.

ТЕМА 5. ЗАДАЧИ АРАБСКИХ СТРАН

Под «арабской» культурой надо понимать главным образом культуру народов, покоренных арабами. В этом свете первое место в развитии науки и техники в странах Арабского халифата (государства, завоеванные арабами) на протяжении более 500 лет, с IX по XVI век, неизменно принадлежало ученым народов Средней Азии и Закавказья и прежде всего таджикам, узбекам, азербайджанцам.

В области арифметики среднеазиатским ученым принадлежит усовершенствование позиционной шестидесятеричной системы счисления, в которой за основание принято число 60; открытие десятеричных дробей, а также распространение десятеричной позиционной системы счисления.

К крупнейшим среднеазиатским математикам, прославившим своими открытиями себя и свой народ, принадлежат узбекский ученый Аль-Хорезми (IX), таджикский ученый Абу-ль-Вафа (X), таджикский ученый-энциклопедист Авиценна (XI), узбекский математик Аль-Бируни (XI), таджикский ученый, математик, поэт и философ Омар Хайям (XII), азербайджанский ученый Насирэддин Туси (XIII), узбекский астроном и математик Улугбек (XV).

Ученые Арабского халифата еще в XIII веке для решения математических задач использовали так называемый «Метод чашек весов». Так, арабский математик Ибн-Албанна (1222) в своем трактате «Талкис» писал: «*Метод чашек весов – геометрический и состоит в том, что ты берешь весы указанной формы и кладешь известную величину над точкой опоры. На одну из чашек кладешь произвольное число, прибавляешь к нему, что дано тебе прибавить (или вычесть). Полученный результат сравни с тем, что находится над точкой опоры. Если ты попал правильно, то чашка весов дает известную величину. Если же ты не попал, заметь погрешность над чашкой, если результат велик, и под чашкой, если результат мал. Затем положи на другую чашку другое, произвольно выбранное число, и поступай подобным же образом. После этого умножь погрешность каждой из чашек на число, положенное на другую чашку. Если обе погрешности положительны, или обе отрицательны, вычитай меньшую из большей, а также меньшее произведение из большего и раздели разность произведений на разность погрешностей. Если же одна погрешность* *положительна, а другая отрицательна, раздели сумму произведений на сумму погрешностей*».

<u>Задачи</u>

5.1. Задача Омара Хайяма. Решить уравнение: $\frac{1}{x^2}+\frac{2}{x}=1\frac{1}{4}$.

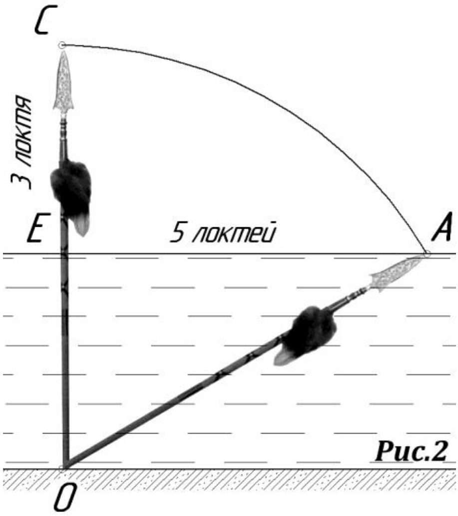

Рисунок 2 – Задача Ал-Каши

5.2. Задача Аль-Хорезми. В равнобедренный треугольник с боковой стороной 10 и основанием 12 вписать квадрат.

5.3. Задача Ал-Каши (рис. 2). Копье стояло в воде отвесно и высовывалось наружу на три локтя. Ветер отклонил его и погрузил в воду таким образом, что его вершина стала находиться на поверхности воды, а основание не изменило своего положения. Расстояние между первоначальным местом его появления и местом его исчезновения в воде – пять локтей. Определить длину копья.

5.4. Задача Аль-Хорезми. Найти такое число, что если отнять от него 1/3 и 1/4 его, то в остатке будет 8. Найти решение при помощи «Метода чашек весов».

5.5. Задача Ал-Кальсади. Найти число, которое, будучи взято семь раз и сложено с ушестеренным числом, дает 25. Найти решение при помощи «Метода чашек весов».

ТЕМА 6. РУССКИЕ СТАРИННЫЕ ЗАДАЧИ

Одним из известнейших русских математиков являлся Леонтий Филиппович Магницкий (1669–1739). Магницкий был преподавателем Математико-навигацкой (мореходной) школы, организованной Петром I, согласно его указу от 14 января 1701 года. Настоящая фамилия Магницкого другая. Магницким он стал называться по приказанию Петра I, который был восхищен его знаниями, притягивавшими к себе всех любознательных подобно магниту.

Арифметику Магницкий определял в следующих словах:

«Арифметика, практика или деятельная. Что есть арифметика? Арифметика, или числительница, есть художество честное, независтное и всем удобопонятное, многополезнейшее и многохвальнейшее, от древнейших же и новейших, в разные времена являвшихся изряднейших арифметиков изобретенное и изложенное».

Само сочинение называлось так: «*Арифметика, сиречь наука числительная, с разных диалектов на словянский язык переведенная и во едино собрана и на две книги разделена. Сочинися сия книга через труды Леонтия Магницкого*».

«Арифметика» Магницкого – это первый учебник на Руси, где рассматривается индийская система нумерации, известная в литературе под названием арабской. Учебник содержит много задач и примеров, причем ряд задач дается в занимательной форме. Магницкий, стремясь придать арифметике увлекательный характер, пользуется стихами и символическими (иносказательными) рисунками.

Например, книга начинается символической картинкой, на которой изображен храм мудрости. На высоком пьедестале, к которому ведут ступени из арифметических действий, сидит сама ученая мудрость в виде женщины в венце и с большим ключом ко всем наукам в правой руке.

Хотя учебник и называется «Арифметикой», его можно рассматривать как энциклопедию (справочную книгу) по элементарной математике. В этом учебнике, кроме арифметики, разбираются вопросы из алгебры, геодезии (наука об измерении земли) и навигации (наука о мореплавании).

Для решения задач Магницкий широко использовал «фальшивое правило», по сути, являвшееся «Методом чашек весов».

Высокую оценку «Арифметике» Магницкого дал в свое время великий русский ученый М.В. Ломоносов (1711–1765), который называл ее «вратами учености» и знал наизусть. «Арифметика» Магницкого как учебник была в школьном употреблении почти до середины XVIII века.

В развитие математики, физики астрономии и ряда прикладных наук огромный вклад внес Леонард Эйлер (1707–1783) – друг М.В. Ломоносова, крупнейший математик всех времен.

Родился Эйлер в небольшом швейцарском городке Базеле. Первоначальное образование получил у своего отца. Свои познания в области математики совершенствовал под руководством крупнейшего швейцарского математика Иоганна Бернулли. По поводу этих занятий в своей автобиографии Эйлер говорил следующее:

«*Хотя в частных уроках он мне отказал наотрез ввиду своей занятости, однако он дал мне весьма благоприятный совет, состоящий в том, чтобы я сам принимался за некоторые трудные математические книги и штудировал их со всем усердием, а если я встречу какое-нибудь препятствие или затруднение, он позволял мне свободно приходить к нему каждую субботу пополудни и любезно разъяснял мне все трудности. Это настолько достигло желательной цели, что когда он устранял передо мной одно препятствие, тотчас же исчезали десять других, а это, разумеется, наилучший метод, чтобы добиться счастливых успехов в математических науках*».

В 19 лет Эйлер написал диссертацию об оснастке кораблей, за что был премирован Парижской Академией наук. В 20 лет он был адъюнктом Петербургской Академии наук, а в 23 года – профессором кафедры физики. Когда ему исполнилось 26 лет, он стал членом Петербургской Академии наук.

Эйлер отличался исключительной работоспособностью. Его вычислительные способности заменяли счетную машину. Так, в 1735 году он в три дня выполнил большую вычислительную работу, которая была посильна только большому коллективу квалифицированных счетных работников и то в течение нескольких месяцев. Зато от перенапряжения он ослеп на один глаз.

Всего Эйлером написано 865 оригинальных работ, что составляет несколько десятков томов. Научные интересы Эйлера весьма разнообразны. Он сделал замечательные открытия буквально по всем разделам элементарной и вычислительной математики, в области механики и астрономии. Эйлер – автор замечательного руководства по алгебре «Полное введение в алгебру» (1770), которое явилось образцом для составления современных учебников по этому предмету.

Эйлер прожил в России в общей сложности более 30 лет. Умер в Петербурге 18 сентября 1783 года.

<u>Задачи</u>

6.1. Задача Л. Ф. Магницкого (из «Арифметики»).Спросил некто учителя: скажи, сколько у тебя в классе учеников, так как хочу отдать к тебе в учение своего сына. Учитель ответил: если придет еще учеников столько же, сколько имею, и полстолько, и четвертая часть, и твой сын, тогда будет у меня учеников 100. Спрашивается, сколько было у учителя учеников? Решить задачу с применением «фальшивого правила».

6.2. Задача Эйлера. Можно ли поочередно обойти все семь мостов города Кенигсберга (Калининград), соединяющих районы этого города с островом на реке Прегель, проходя по каждому только по одному разу (рис. 3)?

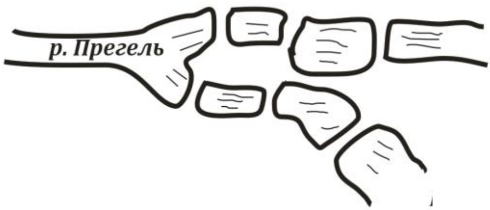

Рисунок 3 – Задача Эйлера

6.3. Задача Л.Н. Толстого. В рассказе Л.Н. Толстого «Много ли человеку земли нужно?» крестьянину отводилось столько земли, сколько он успевал обежать в течение одного дня. По какому контуру ему выгоднее было бежать: по квадратному, шестиугольному (правильный шестиугольник) или по кругу?

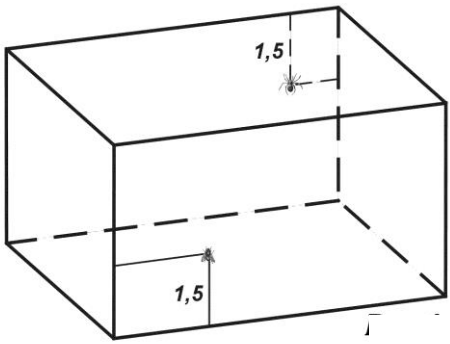

Рисунок 4 – Задача Л.Н. Толстого

6.4. Задача Л. Н. Толстого. На противоположных стенах комнаты определенной длины и ширины сидят муха и паук, муха – на полтора аршина от пола, паук – на полтора аршина от потолка. Какое между ними кратчайшее расстояние, которое мог бы проползти паук, чтобы достать муху?

6.5. Тяжело ли было бурлакам?

Ни одна река в мире не знала такого размаха бурлачества, как Волга. Главная причина этого – чисто физическая: почти на всей судоходной части реки скорость течения не слишком велика. Попробуем определить связь скорости течения с физической нагрузкой, приходящейся на каждого бурлака.

Наиболее активно бурлаки работали на участке от Рыбинска до Астрахани протяженностью 2645 км. Художник Илья Репин показывает ватагу бурлаков (11 человек), идущую «бичевой» по песчаной отмели в безветренный солнечный день (рис. 5). Ход «бичевой» начинался обычно выше устья Камы. Бичевой называлась прочная веревка толщиной 3 дюйма (~7,5 см) и длиной порядка 100 саженей (~ 214 м). Длина бичевы выбиралась так, чтобы можно было вести судно по достаточно глубокому месту. В то же время величина угла α (рис. 6) не должна была приводить к большим потерям совершаемой работы.

Рисунок 5 – Бурлаки на волге

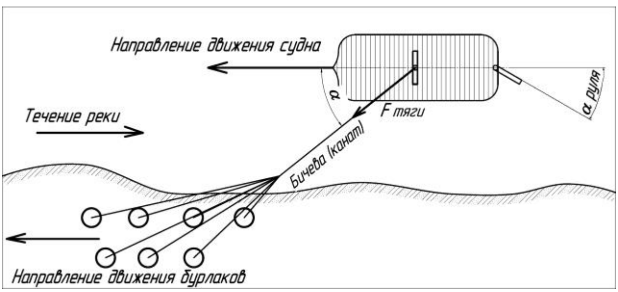

Рисунок 6 – Использование бичевы

И.Е. Репин точно указал место крепления бичевы (верхняя часть мачты) и ее провис. Казалось бы, бичева должна быть натянута, и крепить ее нужно так, чтобы угол $\alpha_{верт}$ (рис. 7) был как можно ближе к 90°. Все было бы так, если бы бичева была невесома. На деле вес такого каната составлял не менее 250–300 кг, и, прикрепляя канат к вершине мачты высотой ~ 30 м, бурлаки основную долю веса «вешали» на мачту. Не случайно бурлаки не любили, когда бичева начинала «трубить», т.е. когда приходилось идти по высокому берегу, и место крепления бичевы оказывалось ниже бурлацкой тропы – «бичевника». Впрочем, такое случалось редко, т.к. размеры судна, его грузоподъемность и высота мачты выбирались опытным путем с учетом высоты берегов и глубины русла Волги.

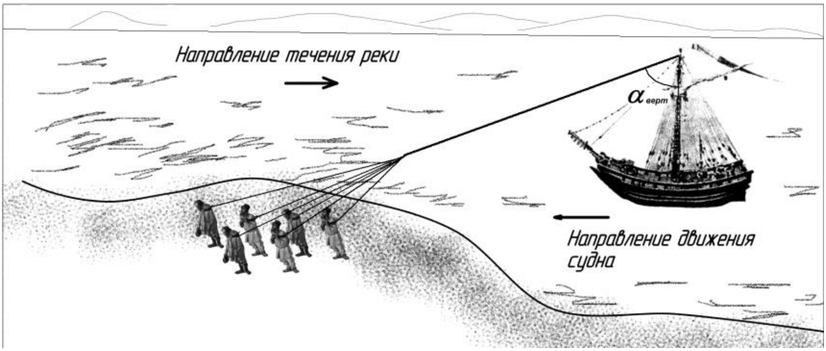

Рисунок 7

Тип судна на картине определить нетрудно – это знаменитая волжская расшива. Длина наиболее распространенных расшив грузоподъемностью 20 000 пудов равнялась L = 25 м, ширина B = 7,5 м, осадка T = 1,8 м, высота мачты H = 30 м, длина райны (прикрепленной к мачте перекладины), необходимой для движения судна под парусом, также равнялась ~ 30 м. Расстояние от Астрахани до Н. Новгорода (2172 км) груженые расшивы преодолевали за 2,5–3 месяца, стараясь в основном двигаться под парусом. В безветренные дни в низовьях Волги при быстрых паводковых водах суда двигались подачей (рис. 8).

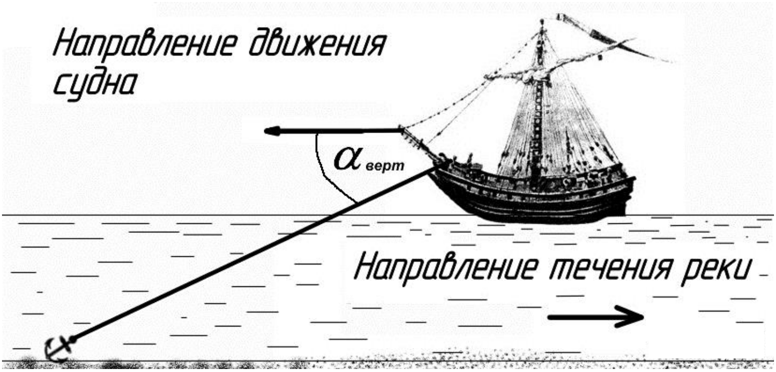

Рисунок 8

В этом случае вперед судна завозились якоря, и расшива подтягивалась к ним с помощью каната, вытягиваемого бурлаками, идущими по палубе. При этом брался канат в 4–5 раз длиннее и в 1,5 раза толще бичевы, но его вес не слишком осложнял работу. При ходе подачей практически нет потерь в совершаемой работе из-за иной геометрии приложения сил. Тем не менее, хорошо известно, что бурлаки предпочитали ход бичевой. Очевидно, дополнительная работа, связанная с завозом якорей, была весьма обременительной.

Конкретные значения скорости течения Волги во времена Репина можно найти в словаре Брокгауза и Ефрона. Весной, в мае, скорость течения изменялась от 2,5 фут/с в верховьях до 7,7 фут/с ниже Саратова. Летом эти цифры уменьшались до 1,5 фут/с и 3 фут/с соответственно. На плесах, ровных участках реки, удобных для судоходства, можно принять скорость течения 2,3 фут/с. Из описаний труда бурлаков следует, что «без ветра, бичевой» они преодолевали в день по берегу от 5 до 10 верст. Таким образом, их скорость равнялась 0,3–0,6 фут/с.

Дать количественную оценку тяжести бурлацкого труда, т.е. определить нагрузку, приходящуюся на каждого бурлака при численности ватаги 11 человек.

Принять $\alpha = 30°$, $\alpha_{верт} = 70°$, $\alpha_{руля} = 10°$, площадь руля $S_{руля} = 6$ м^2, скорость течения реки $v_p = 2{,}3$ фут/с, скорость движения судна $v_c = 0{,}5$ фут/с.

ТЕМА 7. ЗАДАЧИ ЕВРОПЫ И АМЕРИКИ

Научно-техническое развитие европейских стран происходило и происходит на протяжении ряда веков. Основными опорными вехами здесь являлись эпохи возрождения и промышленной революции XVIII–XIX вв. Именно в этот период закладывался фундамент существования современной технически ориентированной европейской цивилизации.

Среди наиболее выдающихся европейских ученых и изобретателей можно выделить такие фигуры, как Леонардо да Винчи, Галилео Галилей, Никколо Тарталья, Джероламо Кардано, Рене Декарт, Христиан Гюйгенс, Исаак Ньютон, Блез Паскаль и др. Законами, носящими эти имена, изобилуют современные учебники по физике, химии и математике. Благодаря их открытиям стал возможен промышленный переворот и индустриальное развитие большинства современных государств.

<u>Задачи</u>

7.1. Задача Ньютона. Разделить $y^4 - 3\frac{1}{2}a^2y^2 + 3a^3y - \frac{1}{2}a^4$ на $y^2 - 2ay + a^2$.

7.2. Задача Ньютона (из «Всеобщей арифметики», 1707). Двенадцать быков съедают $3\frac{1}{3}$ югера[2] пастбища за 4 недели; 21 бык съедает 10 югеров такого же пастбища за 9 недель; сколько быков съедят траву на 24 югерах за 18 недель?

7.3. Задача Наполеона. Данную окружность с данным положением центра разделить на равные части при помощи одного циркуля, не прибегая к линейке.

---

[2] Югер – у древних римлян мера поверхности, служившая для измерения поля и составлявшая собственно площадь, которую можно вспахать в день парой (uno jugo) волов, впряженных в ярмо. Причём под словом jugerum подразумевается то же, что под словом jugum (ярмо, запряжка). Первоначально длина борозды, которую вол может пройти в один раз не утомляясь, называлась actus, это понятие перешло и на площадь, которая у римлян вмещала 120×120футов (ок. 2500 кв. м) поверхности.

7.4. Задача Н. Тарталья. На данном отрезке АВ при помощи данного раствора циркуля (больше АВ) и линейки построить равносторонний треугольник.

7.5. Задача связана с появлением и развитием в Европе огнестрельного оружия. Сравнить скорости и кинетические энергии отдачи винтовки и пушки. Масса винтовки – 4,5 кг; масса пули – 9,6 г; начальная скорость пули (при вылете из ствола) – 800 м/с. Масса полевой скорострельной пушки – 2 т; масса снаряда – 6 кг; начальная скорость снаряда – 600 м/с.

7.6. В начале XX в. дирижабли и воздушные шары наполняли водородом. Во время сражений I-й Мировой войны они становились удобным объектом обстрела, т.к. малейшее попадание пули или снаряда почти всегда приводили к взрыву водорода и гибели шара вместе с экипажем. Потери были настолько велики, что воюющие стороны были вынуждены вскоре отказаться от использования воздушных шаров для военных целей.

Но однажды над Лондоном появился необычный дирижабль: он получил множество попаданий, однако катастрофы вслед за этим не последовало. Оказалось, что с 1918 г. немцы стали применять для наполнения дирижаблей гелий.

Когда об этом стало известно, один физик сказал: «Гелий вдвое тяжелее водорода, следовательно, подъемная сила шаров должна уменьшаться вдвое». Прав ли был физик?

Плотность воздуха 1,29 кг/м^3, водорода – 0,089 кг/м^3, гелия – 0,178 кг/м^3.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

2.3. Отношения объемов подобных фигур равно кубу, а площадей – квадрату коэффициента подобия. Т.е., если a и b – соответствующие стороны подобных фигур А и В, то $K_{AB} = \frac{a}{b}$;

$\frac{V_A}{V_B} = K_{AB}^3$; $\frac{S_A}{S_B} = K_{AB}^2$.

Объем пирамиды равен трети площади основания, умноженного на высоту: $V_{пирамиды} = \frac{1}{3} S_{осн} h$. Площадь треугольника равна половине произведения длины стороны на высоту, опущенную на эту сторону $S_{треугольника} = \frac{1}{2}ah.$

2.4. Трение покоя – сила, возникающая между двумя контактирующими телами и препятствующая возникновению относительного движения. Эту силу необходимо преодолеть для того, чтобы привести два контактирующих тела в движение друг относительно друга. Она действует в направлении, противоположном направлению возможного относительного движения. Согласно закону Кулона:

$$\left|F_{тр}\right| \le \mu N,$$

где μ – коэффициент трения; N – нормальная реакция опоры.

Вес тела связан с его массой соотношением: $P = mg$.

Ускорение свободного падения $g \approx 9{,}8$ м/с^2.

Значения тригонометрических функций угла α в тригонометрической окружности с радиусом, равным единице показаны на рисунке. Численные значения основных тригонометрических функций представлены в таблице 1.

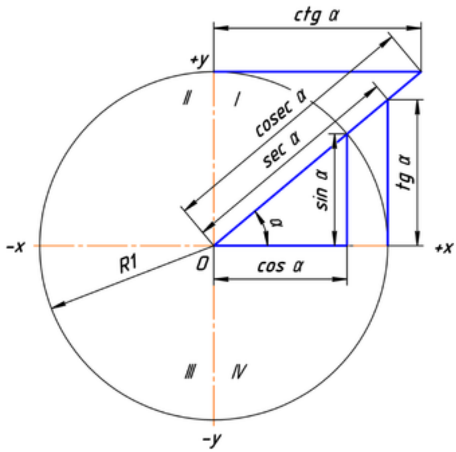

Рисунок 9 – Тригонометрические функции

Таблица 1 – Тригонометрические функции

α, °	10	20	30	40	45	50	60	70	80
sin α	0,17	0,34	0,50	0,64	0,71	0,77	0,87	0,94	0,98
cos α	0,98	0,94	0,87	0,77	0,71	0,64	0,50	0,34	0,17
tg α	0,18	0,36	0,58	0,84	1,00	1,19	1,73	2,75	5,67
ctg α	5,67	2,75	1,73	1,19	1,00	0,84	0,58	0,36	0,18

2.5. Сила трения качения может быть рассчитана по формуле:

$$F_{тр.кач.} = \frac{\mu_{кач.} N}{R},$$

где $\mu_{кач.}$ – коэффициент трения качения (имеет размерность длины), N – нормальная реакция опоры, R – радиус катка.

3.4. Закон Архимеда: на тело, погружённое в жидкость (или газ), действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной этим телом жидкости (или газа): $F_A = \rho_{ж} g V_{ж}$, где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости (или газа), g – ускорение свободного падения, $V_{ж}$ – объем вытесненной жидкости.

4.2. Действительные корни квадратного уравнения вида $ax^2 + bx + c = 0$ могут быть определены по формуле

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

6.4. Старинные русские меры длины и веса:
1 сажень = 3 аршина = 12 четвертей = 7 футов = 2,1336 м;
1 аршин = 4 четверти = 16 вершков = 0,7112 м;
1 верста = 500 сажен = 1066,8 м;
1 м = 2,38 фут;
1 кг веса = 2,4419 русского фунта;
1 пуд = 16 кг веса.

6.5. Силу, препятствующую движению тела в жидкости можно рассчитать по формуле:

$$F_{сопр} = \frac{C_x}{2} \rho S v^2.$$

Здесь ρ – плотность воды, v – скорость потока воды. Безразмерный коэффициент C_x определяется экспериментально для каждого конкретного судна и зависит от обтекаемости. В современных реальных расчетах с помощью нескольких безразмерных параметров учитывается также трение воды о всю смоченную поверхность. Однако для оценки достаточно приведенной формулы.

Для плоской пластины, погруженной в жидкость $C_x = 1{,}1$, для корпуса корабля можно условно принять $C_x = 0{,}5$.

7.3. Длины сторон вписанных в окружность радиусом R правильных фигур определяются следующим образом. Для треугольника $a = R\sqrt{3},$ для квадрата $a = R\sqrt{2}$, для шестиугольника $a = R$.

7.5. Количество движения mv, то есть произведение массы на скорость определяется силой, действующей на тело F, и временем воздействия t: $mv = Ft$.

Кинетическая энергия движущегося тела определяется его массой и квадратом скорости: $E_к = \frac{mv^2}{2}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чистяков, В.Д. Сборник старинных задач по элементарной математике с историческими экскурсами и подробными решениями / В.Д. Чистяков. – Минск: Изд-во Министерства высшего, среднего специального и профессионального образования БССР, 1962.

2. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия / под. ред. А.П. Юшкевича. – М.: Наука, 1970.

3. Розенблат, Г.М. Механика в задачах и решениях / Г.М. Розенблат. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 160 с.

4. Перельман, Я.И. Занимательная механика / Я.И. Перельман. – 4-е изд. – М., Л., 1937.

5. Ланге, В.Н. Физические парадоксы, софизмы, занимательные задачи / В.Н. Ланге. – М.: Просвещение, 1967.

6. Волохов, С.А. Тяжело ли было бурлакам? [Электронный ресурс]. – ИПФ РАН, г. Нижний Новгород. – Сайт: Образование. Механика. – 2003. – http://www.emomi.com/situations/volokhov/ burlaki.htm.

СОДЕРЖАНИЕ

Учебное издание

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

Практические работы
для студентов специальности
1-02 06 02 «Технология. Дополнительная специальность»

С о с т а в и т е л и:
ПРОХОРОВ Олег Александрович
ДРОБЫШ Алексей Анатольевич

Технический редактор О.В. Песенько

Подписано в печать 16.12.2011.
Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 1,68. Уч.-изд. л. 1,32. Тираж 60. Заказ 1002.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.