

# О ЧЁМ ПОВЕДАЛА АСТРОЛЯБИЯ VP-856

## И КАК ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ ПОМОГЛИ ЗАГЛЯНУТЬ В ПРОШЛОЕ

**Кандидат физико-математических наук Сергей МАСЛИКОВ,  
президент Новосибирского астрономического общества.**

Люди издавна задумывались о размерах окружающего мира, строили карты, объясняющие его устройство. Настоящей библией античного мира стал объёмный труд «География», составленный греческим учёным Клавдием Птолемеем в середине II века. Если бы кто-то смог посчитать

его индекс цитируемости, то он превзошёл бы все мыслимые значения. Более тысячи лет на основе «Географии» составлялись все новые трактаты и зиджи\*. Птолемей

\* Зиджи — арабские астрономические таблицы и справочники.



*Карта мира по Птолемию, как она представлена в Атласе древней и классической географии Сэмпсона Батлера, изданном в 1907 году.*



не только изложил теоретические основы географии как науки, но и составил список координат 6345 пунктов, предложил способ изображения земного шара на плоской поверхности и построил близкую к реальности карту мира. Правда, он преуменьшил размер Земли в 1,4 раза. Тем не менее этой картой пользовались более тысячи лет. Даже Христофор Колумб в 1492 году, отправляясь на поиски нового пути в Индию, ориентировался по карте Птолемея. Может ли кто-то из современных учёных мечтать о таком длительном применении своих открытий?

Какие координаты использовал Птолемей? Хорошо известные ныне широты и долготы. Конечно, Птолемей не знал про гринвичский меридиан и точкой отсчёта для долгот считал традиционно используемые и до него мифические острова Фортуны. Эти выдуманные острова были якобы расположены в Атлантическом океане. Удобство их использования заключалось в том, что они лежали западнее самой крайней точки известной в то время суши. Так что все долготы, отсчитываемые к вос-

*Часть карты обширного арабского халифата. Показаны некоторые караванные пути VII—IX веков на территории Ближнего Востока.*

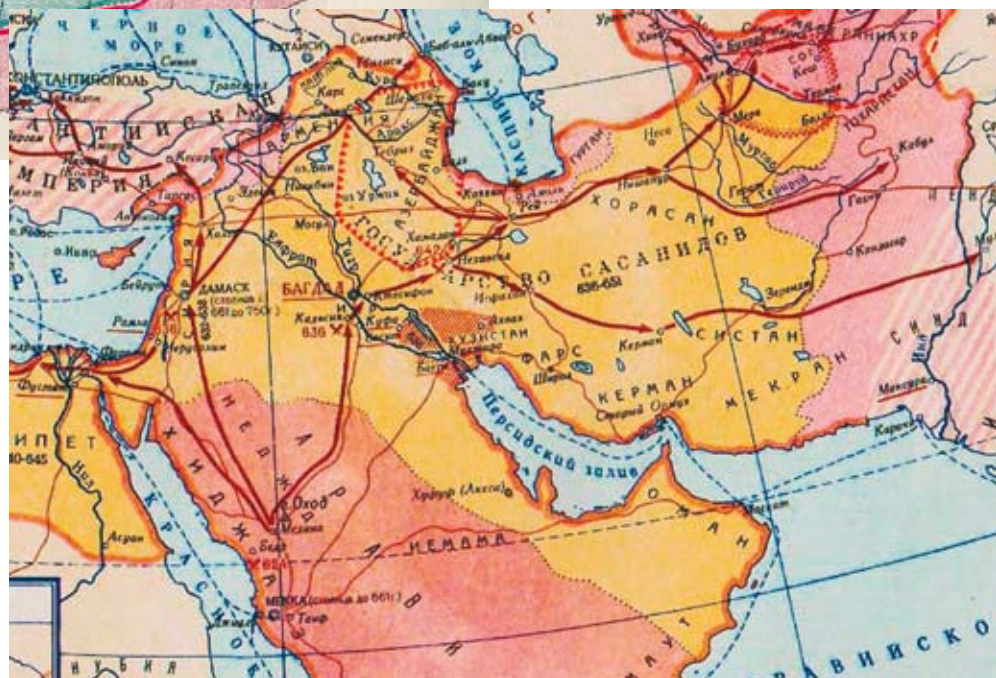




Фото: Library of Congress/Wikimedia Commons/PD

*Караван в пути. Фото неизвестного автора, первая половина XX века.*

току от этих островов, должны были иметь положительные значения. Как мы сейчас знаем, эти острова «лежали» примерно на 20 градусов западнее современного гринвичского меридиана, там, где находятся реальные Канарские острова.

В современной геодезии для построения карты требуется создать сеть опорных пунктов с надёжно измеренными координатами. А вот как раз с этим-то в древности дело обстояло плохо. Если широты были худо-бедно измерены для пары десятков пунктов, то измерение долготы в то время было не просто проблемой, но очень большой проблемой. Древние знали только один способ определения долготы — по одновременному наблюдению лунных затмений из удалённых друг от друга пунктов. Но таких измерений было — раз-два и обчёлся. Поэтому на деле измерялись расстояния между городами, а затем эти расстояния преобразовывались в разности долгот.

Главными помощниками в деле измерения Земли на протяжении многих столетий были верблюды — основная тягловая сила у народов, живущих в засушливых регионах мира. Верблюды были одомашнены человеком за две тысячи лет до нашей эры. Благодаря своей выносливости, способности передвигаться по сыпучим пескам или мелким камням и до двух недель обходиться без воды эти животные стали незаменимы при перемещении грузов и людей. Именно

с помощью верблюдов осуществлялись торговые связи во времена Античности и Средневековья — от Атлантического океана до Индии и Китая. Для нас интересно то, что по времени преодоления верблюдами пути между городами высчитывались расстояния, а затем и координаты городов.

Понятно, что спидометров в те далёкие времена не существовало, про шагомеры ничего не известно. Точного времени тоже не было. Время можно было определить с помощью походной астролябии, а в некоторых городах на площадях были установлены солнечные часы. Караван за сутки проходил от 30 до 50 километров — расстояние между караван-сараями, но в пути верблюды (да и люди) нуждались в остановках. Единица длины, равная расстоянию между остановками, существовала ещё в Древнем Египте и обозначалась термином «схен». Арабы называли такое расстояние «фарсах» или «фарсанг». А вот в том, как перевести эту величину в привычные нам километры, у исследователей существует большой разброс мнений.

#### **ЧЕМУ РАВЕН ФАРСАХ?**

Как выяснилось, схен, а значит и фарсах связаны с более короткой единицей, использовавшейся ещё древними греками, — стадием. Но со стадием тоже не всё ясно. У Птолемея длина стадия равна 185 м. У Эратосфена и других авторов был свой «короткий» стадий — 157,5 м. Так или иначе, в схене, согласно греческим источникам, должно было быть то ли 30, то ли 40 стадиев. Поэтому длина схена — от

4,7 до 7,4 км. Имеется и другой эталон длины — египетский локоть. Его длина по измерениям памятников равна 52,5 см (по другим данным 54,0—54,8 см). В сцене 12 000 локтей, значит он равен 6,3 км.

Споры о соответствии древних и современных единиц длины продолжаются и в настоящее время. Оказывается, был ещё так называемый королевский локоть, длина которого, как вы понимаете, должна быть больше обычного.

Известны несколько «естественных» определений длины фарсаха. Например, на основании свойств нашего зрения. Разрешающая способность глаза — около одной угловой минуты. Именно под таким углом можно разглядеть в пустынной местности на контрастном фоне фигуру человека, находящегося на расстоянии около 6 км. Понятно, что индивидуальные свойства зрения делают это определение слишком неопределённым. Другие источники сообщают, что звуки барабана в пустыне слышны на расстоянии одного фарсаха. Интересно — какого именно барабана? Или что фарсах — это расстояние, которое может на полной скорости проскакать всадник, не загнав лошадь.

Проверить длину фарсаха пытались многие исследователи. Русский востоковед XIX века Николай Владимирович Ханьков (1819—1878) сравнил некоторые описанные древними расстояния с теми, которые он измерил самостоятельно, и получил самое большое из всех существующих значение фарсаха — 9,4 км. У зарубежных исследователей фигурируют более короткие значения — 5,67 км (А. Хаутум-Шиндлер), 6 км (В. Хинц) и др. Не исключено, что в разные века и длина фарсаха могла немного меняться.

Незаменимым подспорьем в таких исследованиях были распространённые в прошлом путевые книги. Это записки путешественников, где подробно изложены дорожные пункты и расстояния между ними. Классикой жанра является, например, «Книга путей и стран» мусульманского географа иранского происхождения Ибн Хордадбега (IX век) или записки странствующего арабского купца Ибн Баттуты (XIV век).

Приведу ещё один, более близкий к нашему времени пример. Лев Николаевич Гумилёв в книге «Открытие Хазарии» под-

робно описывает свою дискуссию с профессором М. И. Артамоновым, бывшим тогда, в 1959 году, директором Эрмитажа. Принятая величина фарсаха, равная 5,5 км, никак не укладывалась в построения Артамонова. Его могло устроить значение 10 км, но оно не было ничем обосновано.

Мы не будем далее развивать обзор этой обширной темы. Читателю уже понятно, что с фарсахом не совсем всё понятно. Перейдём к собственному исследованию этого столь запутанного вопроса.

### КОЛЛЕКЦИЯ АСТРОЛЯБИЙ ЭРМИТАЖА

Проверить длину фарсаха удалось благодаря одной из астролябий, хранящейся ныне в Государственном Эрмитаже в Санкт-Петербурге. Эти многофункциональные инструменты были в прошлом и часами, и навигатором, и дальномером, и справочником тригонометрических функций и много ещё чем. Более точное название этих инструментов — планисферные астролябии. Их называют так по методу проецирования сферических координат на плоскость. В Эрмитаже хранится одна европейская и восемь восточных астролябий, которые, к сожалению, не выставляются в основной экспозиции музея. Мне была предоставлена возможность сделать необходимые измерения и фотографии. Первой я исследовал европейскую астролябию, которой в конце XVII века собственноручно пользовался юный царь Пётр I.

Затем очередь дошла до восточных астролябий. Почти все они содержат однотипную информацию и предназначены для выполнения схожих функций. Известный среднеазиатский учёный аль-Бируни в одном из своих трудов (XI век) перечисляет 67 приёмов (и это далеко не предел) работы с астролябией. Приведём здесь только некоторые:

- определение высоты Солнца и звёзд;
- определение прошедшей части дня или ночи в равных и неравных часах;
- определение широты города;
- определение долгот и широт светил;
- определение высоты башни, стены или горы;
- определение времени молитв;
- определение гороскопа;
- определение восхода, захода и прохождения через меридиан некоторого светила;





*Сергей Юрьевич Масликов с астрольбией VP-856. На лицевой стороне астрольбии виден ажурный паук с эклипстикой и звёздами. Он латунный. Под ним находятся 8 тимпанов, вырезанных из картона, а ещё дальше, на самом дне — географический справочник.*

- определение прямого и обратного синуса/косинуса;
- определение азимута киблы или азимута какого-нибудь города;
- определение времени начала зари и окончания сумерек;
- определение расстояния между двумя недоступными предметами.

Из восьми восточных астрольбий инструмент с инвентарным номером VP-856 оказался необычным по ряду параметров. Во-первых, эта астрольбия изготовлена из дерева, что само по себе — большая редкость. Такие инструменты быстро выходили из строя или погибали. Наш находится почти в идеальном состоянии, хотя изготовлен три века назад — в 1720 году. Во-вторых, астрольбия просто гигантская — имеет диаметр 43,5 см.

Стандартная латунная астрольбия при таком размере была бы просто неподъёмной, деревянная весит всего 2,2 килограмма. Третья интересная особенность — все числовые данные записаны прописью на персидском языке. Например, вместо цифр 355 записано словом «триста пятьдесят пять», вот почему на поверхности астрольбии практически нет «живого места».

Сохранились кое-какие сведения из истории астрольбии VP-856. Надпись на троне (место подвеса сверху) гласит, что она изготовлена для высокопоставленного служащего Ага Канбар Али. Коллеги из Тегерана помогли выяснить, что этот Ага

Канбар Али был главным казначеем при дворе династии Сефевидов. Российский востоковед академик Борис Андреевич Дорн (1805—1881) упоминает астрольбию в своих работах середины XIX века. Благодаря его публикациям на немецком языке астрольбия стала известна за рубежом и получила свой номер в международном каталоге — IC 1149. Далее Дорн отмечает, что астрольбия использовалась турецкими артиллеристами. А раз так, она могла быть трофеем одной из русско-турецких войн конца XVIII — начала XIX века, например, морской битвы 1807 года в Эгейском море близ Афонской горы, когда корабли вице-адмирала Д. Н. Сенявина захватили флагманский корабль турецкого капудан-паши Сейит Али.

#### ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ВНУТРИ АСТРОЛЬБИИ

В данной статье нас интересует географический справочник населённых пунктов, который, как правило, присутствует на всех восточных астрольбиях. Располагается справочник в углублении корпуса.

Чтобы добраться до него, необходимо разобрать инструмент. Так вот, если взглянуть на справочник нашей астрлябии, мы увидим сплошную персидскую вязь, которой здесь записаны географические координаты в общей сложности 94 городов. Для каждого города даны: название, широта, долгота, азимут направления на священную Мекку (так называемая кибла), отдельно приведена сторона горизонта, где искать киблу. Пятый, самый ценный параметр — это расстояние от каждого города до Мекки, измеренное в фарсах, причём, что важно для нас, измеренное вдоль существующих в те времена дорог и караванных путей. Наличие такого параметра в астрлябии — большая редкость, чаще даны только широты и долготы городов, иногда — кибла. Расстояния присутствуют всего на нескольких астрлябиях, хранящихся в зарубежных музеях, при том, что общее количество сохранившихся инструментов оценивается числом около 2000 экземпляров.

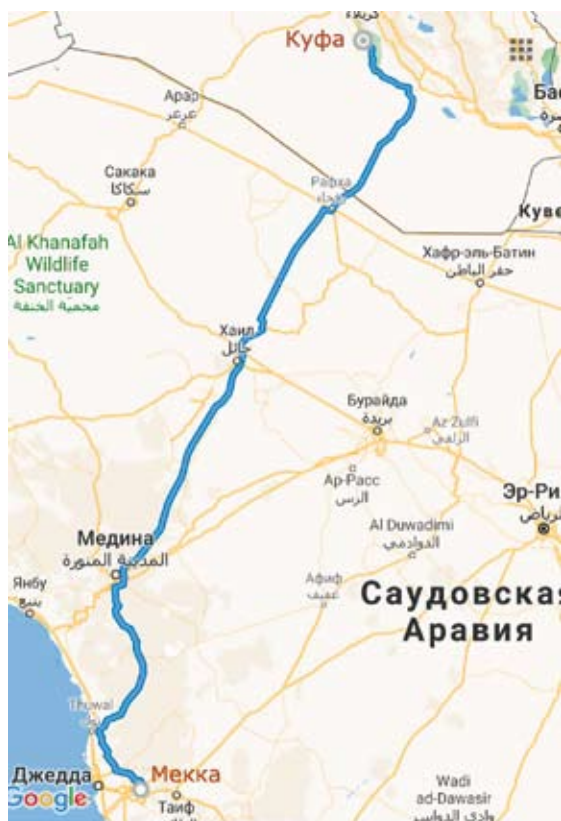
При изучении астрлябии стараются, прежде всего, выяснить источник данных, которые использовал мастер. В нашем случае задачу помог решить «близкий родственник» эрмитажной астрлябии. В Британском музее в Лондоне хранится очень похожая по некоторым параметрам астрлябия, изготовленная на 8 лет раньше нашей, в 1712 году. Ещё в середине XIX века её исследовал английский востоковед Уильям Морли, который называет в качестве источника географического справочника арабского учёного Джамшида аль-Каши и относит время его составления к 1420 году. Другими словами, мастер (или мастера) изготовили в начале XVIII века лондонскую и эрмитажную астрлябии по данным, составленным на три века раньше.

Составитель справочника, аль-Каши, известен как соратник знаменитого астронома Улутбека (1394—1449), управлявшего Самаркандом. Свой список из 516 городов аль-Каши составлял до переезда в Самарканд, на своей родине, в городе Кашане (центральная часть Персии) и использовал для этого ещё более ранние сведения. Так что наша астрлябия позволяет нам заглянуть в очень далёкие века.

*Так выглядит географический справочник астрлябии VP-856. В столбце, озаглавленном «TITLE», приведены названия полей, начиная от внешнего края — название города, долгота, широта, кибла, расстояние до Мекки, сторона горизонта. Далее эти названия повторяются для городов, расположенных во внутреннем круге. На фотографии видны данные по трём городам (нумерация проставлена автором статьи):*

1. Мекка:  $77^{\circ}10' / 21^{\circ}40' / - / - / -$ .
2. Медина:  $75^{\circ}20' / 25^{\circ}10' / 26^{\circ}2' / 86$  фарсахов/S.-E.
3. Куфа:  $79^{\circ}30' / 31^{\circ}30' / 12^{\circ}21' / 223$  фарсаха / S.-W.





*Маршрут Куфа — Мекка на картах Google.*

Интересен уже сам перечень городов, расположенных от Египта и Сирии до Индии и даже Китая. Не все из них сохранились до настоящего времени. По азиатскому континенту прокатывались волны завоевателей, менялись торговые маршруты, так что многие населённые пункты канули в лету. Из 94 перечисленных на астроблагии городов, большей частью персидских, удалось отождествить с современными поселениями 76 пунктов. Этого достаточно, чтобы провести развёрнутый статистический анализ данных.

Итак, что же выяснилось в результате?

Как уже упоминалось, долготы отсчитывались от мифических островов Фортуны. Как результат, города на территории Персии имеют долготы в среднем на 34,6 градуса больше, чем современные долготы, отсчитываемые от гринвичского меридиана. Средняя квадратичная ошибка долгот населённых пунктов составила  $\pm 1,4$  градуса, широт — в два раза меньше:  $\pm 0,7$  градуса.

Попутно удалось убедиться в высокой точности тригонометрических расчётов во времена аль-Каши. Дело в том, что кибла, направление на Мекку — это вычисляемый параметр, причём по достаточно сложной формуле

$$\operatorname{tg} q = \frac{\sin(\lambda_K - \lambda)}{\cos \phi \operatorname{tg} \phi_K - \sin \phi \cos(\lambda_K - \lambda)},$$

где  $q$  — кибла,  $\phi$ ,  $\lambda$  и  $\phi_K$ ,  $\lambda_K$  — координаты (широта и долгота) конкретного пункта и Мекки соответственно. В современных учебниках данная задача называется обратной геодезической задачей. Арабы ещё до аль-Каши, уже по крайней мере в X веке виртуозно владели такими вычислениями.

### ОБРАЩАЕМСЯ К ЦИФРОВЫМ КАРТАМ

Мы добрались до самого интересного из того, о чём поведала нам астроблагия VP-856, — расстояний до Мекки. Это важный параметр для мусульман, совершающих паломничество в священный город. В настоящее время нет ничего проще, чем проверить эти расстояния с помощью сервиса *Карты Google\** и интегрированной с ним карты автомобильных дорог. Это можно проделать и на некоторых других интернет-ресурсах, например, на сайте [ru.distance.to](http://ru.distance.to). Мы будем опираться на предположение о том, что большая часть современных автомобильных дорог проходит близко к караванным маршрутам прошлого. Тогда сопоставление расстояний в фарсах, указанных на астроблагии, с современными километрами пути даст нам значение этой древней единицы длины. В тех случаях, когда современные геодезисты проложили более короткий путь (вряд ли они удлинляли его), значение фарса окажется заниженным. Но эти случаи будут выделяться на фоне общей статистики.

Рассмотрим, например, маршрут от иракского города Куфа до Мекки. Проложив кратчайшую дорогу по картам Google, стартуем от Куфы на юг по автостраде № 28, на территории Саудовской Аравии движемся по дорогам № 6262, № 70, № 60

\* Карты Google — картографический сервис, предоставляемый в интернете компанией Google. Существует с 2005 года.



(через Медину), № 15, так что общая длина пути составит 1722 км. Астролябия даёт нам 223 фарсаха. Получается, что на этом маршруте 1 фарсах = 7,7 км.

Сопоставление всех расстояний для 76 пунктов дало в основном близкие между собой значения. Большие отклонения обнаружены для самых дальних от Мекки городов, таких как индийский Удджайн (5532 км от Мекки) или афганский Кандагар (3718 км), что как раз можно объяснить различием длинных маршрутов. Так что среднее значение одного фарсаха получилось равным 7,5 км со средней квадратичной ошибкой  $\pm 0,35$  км. Меньше, чем вычислил Н. В. Ханьков, но больше, чем дают западные источники. И, конечно, полученный результат не претендует на истину в последней инстанции. Это результат, основанный на одном, хотя и авторитетном источнике.

Удивляет другое. Ошибка в определении фарсаха составила всего 5%! Деревянная астролябия VP-856 из Эрмитажа выдала нам достаточно надёжный результат, а первоначальное предположение о равенстве путей в целом соответствует действительности.

Но каким образом шесть веков назад, и, возможно, раньше, измеряли расстояния с такой точностью? Как геодезист, я мог бы объяснить это многократными измерениями расстояний и последующей увязкой всей сети дорог. Но древние не умели усреднять результаты измерений. По крайней мере, об этом ничего не известно. По всей видимости, эти данные дополнялись измерениями широт в узлах сети с помощью всё тех же астролябий. Или всё же существовало неведомое нам механическое устройство, действующее по принципу шагомера?

Ещё один вывод, который можно сделать из данного исследования — это понимание того, что тысячу лет назад дорожная сеть на Ближнем Востоке была не менее развитой, чем сейчас. Добраться до Мекки можно было практически из любого города.

Изучение старинных астрономических инструментов — одно из самых интересных направлений в истории науки! К сожалению, в нашей стране этим мало кто занимается. А ведь астролябии, по сути, являются «пришельцами» из прошлого,

они хранят информацию по астрономии, географии, математике, технологии обработки материалов, религии. И терпеливо ждут, когда их исследователи придут в музейные хранилища. В данной статье показана только одна грань этого удивительного инструмента.

*Автор выражает глубокую признательность сотрудникам Отдела Востока Государственного Эрмитажа, без помощи которых не состоялось бы это исследование.*

Иллюстрации предоставлены автором.

#### Источники, использованные при подготовке статьи:

Dorn, B. **Kurze Nachricht von zwei Astrolaben mit morgenländischen Inschriften**, in *Bulletin scientifique publié par l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg* (1838). Tome V, no. 6, pp. 1—21, Taf. 1—2.

Price, D. J. **An International Checklist of Astrolabes**, in *Archives Internationales D'Histoire des Sciences* (1955), № 32, pp. 243—263, № 33, pp. 363—381.

Kennedy, E. S. **A survey of Islamic astronomical tables**, in *Transac. of Amer. Philos. Soc.* (1956). Vol. 46, pp. 123—177.

Houtum-Schindler, A. **On the Length of the Persian Farsakh** / *Proceedings of the Royal Geographical Society*, v. 10, no. 9 (Sep. 1888), pp. 584—588.

Хинц В. **Мусульманские меры и веса с переводом в метрическую систему** / В. Хинц, Е. А. Давидович // *Материалы по метрологии средневековой Средней Азии*. — М.: Наука, 1970. — 148 с.

Ханьков Н. **Описание Бухарского ханства**. — С.-Петербург: Типография Императорской Академии наук, 1843.

Maslikov, S. and Sarma, S. R. **A Lahore Astrolabe of 1587 at Moscow. Enigmas in its Construction** / *Indian Journal of History of Science*. 2016. Vol. 51. Issue 3. P. 454—477.

Масликов С. Ю. **Неизвестные работы востоковеда Б. А. Дорна, посвящённые арабским астролябиям** / *Вестник НГУ. Серия: История, филология*. 2015. Том 14, выпуск 10: Востоковедение. — С. 117—122.

Maslikov S. **Peter the Great's Astrolabe Celebrates 400th Anniversary** / *Bulletin of the Scientific Instrument Society*. No. 124 (March 2015). P. 10—15.

Масликов С. Ю. **История изучения астролябий в России** / *Вопросы истории естествознания и техники*. № 3. 2014. — С. 22—33.

Щеглов Д. А. **Долготы в географии Птолемея: почему его карта мира выглядит растянутой с запада на восток?** / Д. А. Щеглов // *Вопросы истории естествознания и техники*. 2015. Т. 36, № 2. — С. 209—239.

Вахабов С. А. **Математические методы, применяющиеся в трактатах Беруни об астролябиях**: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 07.00.10 / С. А. Вахабов. — М.: 1989. — 128 с.