

ЛЕОНИД ЯКОВЛЕВИЧ ЖМУДЬ

доктор философских наук, главный научный сотрудник
Санкт-Петербургского филиала
Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН,
Санкт-Петербург, Россия;
e-mail: L. Zhmud@spbu.ru

**АЛЕКСЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ КУПРИАНОВ**

кандидат биологических наук,
доцент департамента социологии
Национального исследовательского университета —
Высшая школа экономики,
Санкт-Петербург, Россия;
e-mail: alexei.kouprianov@gmail.com



Социологический анализ античной науки: проблемы и перспективы¹

Материалом для исследования послужила база данных об ученых античности, созданная после критического анализа материалов *Encyclopaedia of Ancient Natural Scientists* (London, 2008). Всего в ней описано 415 античных ученых, представляющих шесть математических (или математизированных) научных дисциплин: астрономию, гармонику, географию, математику, механику и оптику. В обширной теоретической части обсуждаются ранние попытки применения социологических подходов к анализу античной науки, критерии отбора дисциплин и персоналий, связанные с проблемами демаркации точных наук (*mathēmata*), натурфилософии и практических искусств (например, алхимии и астрологии). Подчеркнуто своеобразие точных наук, которое осознавали и античные авторы. Анализ динамики численности ученых позволяет выделить следующие основные фазы: рост (VI — середина IV вв. до н.э.), расцвет (середина IV — середина I в. до н.э.), угасание (вторая половина I в. до н.э.), стагнация (I–V вв. н.э.) и окончательный упадок (VI в. н.э.). Помимо общей динамики рассмотрены также и отдельные дисциплины, каждая из которых характеризуется своим особым паттерном исторической динамики. Согласованные взлеты и падения наиболее населенных дисциплин формируют фазы роста, угасания и окончательного упадка, тогда как фазы расцвета и стагнации характеризуются не совпадающими по фазе колебаниями численности дисциплинарных сообществ.

Ключевые слова: античная наука, Древняя Греция, историческая демография научных сообществ, историческая наукометрия, количественная история науки, историческая социология.

Введение

Историю древнегреческой науки начали писать сами греки; автором первых трудов по истории математики и астрономии был ученик Аристотеля Евдем Родосский. Когда после долгого периода упадка и забвения в Европе вновь возродились

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта РГНФ «Социокультурный анализ эллинистической науки» (№ 15-03-00213).

научные исследования, именно древнегреческая наука стала предметом историко-научных сочинений, носивших в ранний период еще довольно поверхностный и антикварный характер. Начиная с XVIII века античную науку² изучали, как правило, в познавательном аспекте, уделяя преимущественное внимание ее методам, теориям и открытиям. Ее социальная составляющая оставалась вне поля зрения и после того, как наука раннего Нового времени становится объектом социологического исследования³.

Вызов традиционно доминирующему положению внутренней (когнитивной) истории античной науки был брошен лишь однажды, в 1930–1950 годы, когда группа марксистски ориентированных историков науки: М. Я. Выгодский, С. Я. Лурье в СССР, Д. Стройк в США, Дж. Бернал в Великобритании и др. (Лурье, 1935; Struik, 1948; Bernal, 1954; подробнее см. Жмудь, 2013) — попыталась применить социальный, в данном случае классовый, анализ к *содержанию* греческой математики и астрономии, стремясь обнаружить, например, прямое влияние социального положения ученого на его теории. После того как неуспех этого подхода стал очевиден, социальные аспекты греческой науки вновь отступили далеко на задний план.

Эта исследовательская ситуация определяется несколькими факторами. Во-первых, мы сталкиваемся с обычной для античной истории проблемой источников: недостаток самых основных данных об одних античных ученых и полное отсутствие о других препятствуют надежному количественному анализу и основанным на нем обобщениям, как их практикуют социальная история и социология науки⁴. Во-вторых, по сравнению с наукой Нового времени и даже Средневековья (включая арабскую) социальные институты античной науки представлялись настолько неразвитыми, что ее считали и продолжают считать делом отдельных индивидуумов, разбросанных во времени и пространстве, и потому непригодным для социологического исследования. В-третьих, науку раннего Нового времени, особенно начиная с научной революции XVII века, нередко рассматривают как антитезу античной науке (а не средневековой, как считалось в то время), как уход от нее — не только в когнитивном плане, но и с точки зрения укорененности науки в социальной практике, численности и социального положения ученых, связи с техникой и властью, стремительно растущей институционализации и т. д. В такой перспективе античная наука трактуется как недонаука, лишенная важнейших для науки Нового времени черт: системы научного образования, печати, научных организаций и школ и т. д., либо даже как вообще не наука. Общие для обоих этапов развития науки *социальные* характеристики и тенденции развития социологи науки, как правило, не замечают или отрицают.

Большой интерес к этой проблеме проявляли историки античной науки. Пожалуй, главным достижением здесь можно считать развитую А. И. Зайцевым теорию культурного переворота в Древней Греции VIII–V веков до н. э., в рамках которой

² Под античной наукой подразумевается в первую очередь древнегреческая. Римляне присоединились к ней весьма поздно и лишь в нескольких, преимущественно прикладных областях.

³ Начало этому было положено известной книгой Р. Мертона (Merton, 1938).

⁴ Чтобы оценить ситуацию, нужно представить, что о Кеплере и Галилее мы знаем столько же, сколько о Евклиде и Аполлонии из Перги, то есть только их имя, место жительства и приблизительное время жизни.

был предложен оригинальный социологический анализ зарождения науки (Зайцев, 2000). Патриарх истории греческой науки Д. Ллойд поднимает в своих сравнительных исследованиях китайской и греческой науки такие важные вопросы, как социальное происхождение ученых, научный патронаж, институциональная поддержка науки, горизонтальная мобильность ученых, соревновательный характер античной науки и др.⁵, хотя, как правило, он рассматривает эти проблемы не систематически, а на избранных примерах. Серафина Куомо в монографии по греческой математике останавливается на многих случаях прикладного использования математического знания и подробно обсуждает социальную значимость математики, как ее понимали античные авторы (Cuomo, 2001). Ценные статьи Р. Нетца демонстрируют возможности количественного подхода к греческим математикам как социальной группе и указывают на направление дальнейших исследований в этой области (Netz, 1997; 2002). Тем не менее в области античной науки пока еще нет исследований, сопоставимых с пионерской книгой Элеанор Робсон (Robson, 2008), которая продемонстрировала, что даже ограниченный объем данных позволяет проанализировать социально-исторический контекст месопотамской математики с очень интересными, в том числе и для историка древнегреческой науки, результатами.

Исследование Э. Робсон месопотамской практической и вычислительной математики исходит из конструктивистской точки зрения: математика была не *открыта*, а *создана* разными социальными группами. Соответственно, общая проблема, которую она перед собой ставит, звучит следующим образом: как социальный и материальный мир, в котором живут общества и люди, воздействует на их математические идеи и практику? Возможность проследить прямое или даже косвенное социальное влияние на *содержание* точных наук в античности кажется нам весьма неопределенной. Перспектива данной работы иная. Отталкиваясь от методического разграничения между наукой и близкими к ней формами деятельности на основе подробно обсуждаемых критериев, она рассматривает сообщество античных ученых в его количественном аспекте, в частности изменение их численности во времени и ее связь с научной продуктивностью, а также смену основных научных центров античности. Эти аспекты лучше других поддаются количественному анализу — одному из немногих методов, способных хотя бы отчасти компенсировать недостаток конкретных данных об античных ученых. Дальнейший круг проблем связан с анализом античной науки как автономного социального института, а именно: социальных причин ее зарождения, внутренних регуляторов ее функционирования и, наконец, ее взаимоотношений с государством и обществом.

Из-за обилия материала статью пришлось разделить на две части, первая из которых состоит из пяти разделов. В 1-м определяется, чем была и чем не была античная наука и в чем ее отличия от античной философии; 2-й содержит историографию вопроса; в 3-м представлена исходная база данных — *Encyclopaedia of Ancient Natural Scientists* — и обсуждается, какие именно античные дисциплины были научными; 4-й рассматривает критерии, по которым мы отбирали конкретных ученых; 5-й представляет предварительный обзор данных о численности античных ученых и ее динамике.

⁵ Lloyd, Sivin, 2002 (Chapter 3: The Social and Institutional Framework of Greek Science); Lloyd, 2004; Ср.: Lloyd, 1989.

1. Демаркация античной науки

Одна из основных задач этой работы состоит в том, чтобы подойти к науке античности так, как принято рассматривать в социологии науку Нового времени. Мы относим их к одному виду, но не предопределяем заранее степень их родства. Действительно, рассматривая науку как форму *познавательной* деятельности, мы наблюдаем принципиальное родство и преемственность между методами и результатами античной и новоевропейской науки — последняя в большинстве случаев продолжила там, где остановилась первая. Методическое сопоставление античной науки с другими формами научной деятельности, в том числе и современными, показывает, что при верном рассмотрении она вполне соответствует определениям науки как таковой в ее познавательном и *социальном* измерениях. Приведем для примера одно из них, полемически отталкивающееся от идей Р. Мертона: «Наука есть автономная деятельность, которая эффективно производит бесспорное знание, разделяемое всем научным сообществом»⁶. Нет сомнений в том, что, скажем, греческая математика или математическая астрономия, будучи независимой от других интеллектуальных занятий⁷, обладали методами получения бесспорного знания, которые использовали все тогдашние математики и астрономы, а не только представители какой-то одной школы. Это относится и к другим видам математизированного знания, на основе которых сложились устойчивые научные сообщества. Определяя состав античной науки и конфигурацию ее дисциплин, лишь частично совпадающую с новоевропейской, мы исходим в том числе из взглядов Мертона на науку как познавательную деятельность и социальный институт со своей системой норм и ценностей.

Сходное, но более развернутое определение дает известный философ науки И. Нийнилуото: «Наука есть многослойная комплексная система, включающая в себя сообщество ученых, занятых исследованием с использованием научных методов для того, чтобы произвести новое знание. Таким образом, понятие науки может относиться к социальному институту, исследователям, процессу исследования, методу изучения и научному знанию» (Niiniluoto, 2015). Может показаться, что понятие социального института, который и в обыденном языке, и в социологии науки нередко понимается как *организация*, проблематично в применении к античной науке⁸. Действительно, социальные институты часто имеют форму организаций, но отождествлять их все же нельзя. Институт может представлять собой, например, тип интерактивной деятельности людей, занятых производством, распространением и сохранением научного знания, в соответствии с добровольно принятыми на себя правилами и социальными нормами (Miller, 2010: 23–24). С этой точки зрения, в деятельности античных ученых можно обнаружить основные признаки социального института, — равно как и в деятельности античных философов, представлявших собой соседствующее и частично пересекающееся с ними сообщество.

Философы, заметим, проявляли гораздо больше способностей к самоорганизации, чем ученые. Неформальные философские школы возникают еще в VI в. до н.э.,

⁶ Barnes, Dolby, 1970: 5. Авторы статьи критикуют Мертона, на наш взгляд, не очень удачно.

⁷ См. Knorr, 1982: 112–145.

⁸ В статье по социальной истории математики граница между античной и новоевропейской математикой проводится именно по линии отсутствия/наличия институтов (Bos, Mehrtens, 1977: 7–30, особ. с. 14).

а в IV веке до н.э. происходит становление многих институционализированных философских школ: Академии, Ликия, Стои, эпикурейского «Сада» и др., которые вскоре наряду с риторическими школами стали основными центрами высшего образования, а в римский период получили поддержку государства. В науке даже неформальная научная школа, существовавшая хотя бы два поколения, была весьма редким явлением; научное образование осуществлялось только на личном уровне; государственная поддержка неутилитарных изысканий была ограничена александрийским Мусеем, который сам по себе не был научным учреждением. Все эти социальные отличия обычно остаются незамеченными теми, кто настаивает, что в античности наука и философия были не дифференцированы.

Сравнение античной науки с философией в синхронном плане столь же существенно для нашего исследования, как и сравнение ее с наукой Нового времени в диахронном. Методически оно значимо именно потому, что в историографии присутствует давняя и отчетливая тенденция сближать науку и философию античности, иногда до полной их неразличимости, противопоставляя в то же время греческую науку новоевропейской. Подобная тенденция свойственна не только общим или популярным книгам по истории науки, но и профессиональным трудам, на которые, в свою очередь, ориентируются социологи науки, работающие на материале Нового времени. Показательным примером может служить статья известного исследователя античности Л. Эдельштейна (Edelstein, 1963), использованная затем в классическом труде И. Бен-Давида «Роль ученого в обществе» (Ben-David, 1971). Научное исследование в античности, утверждал Эдельштейн, это одна из форм поиска *eudaimonia* (счастья); удовольствие, испытываемое ученым, было не субъективным, а объективным, ибо он созерцал «вечный порядок бессмертной природы». Открытия приобщали ученого к вечному сообществу, он выходил за пределы человеческого и уподоблялся божеству. Наука была путем к божеству. Даже обретя независимость от философии, она оставалась в тесной связи с ней, а ее методология была основана на философских принципах. Ученый активно интересовался философией и сам становился философом. Первоначально наука не получала общественной поддержки, в классический период она оставалась за пределами общества, в эпоху эллинизма ситуация изменилась немногим: некоторые монархи поддерживали полезные им исследования, но не теоретические науки. Наука не смогла получить признание и поощрение прежде всего потому, что внутри нее боролись соперничающие теории, в то время как общепринятая система знаний отсутствовала, за исключением, пожалуй, математики. Чтобы разработать понятие науки и прийти к общему согласию на этот счет, понадобилось почти 800 лет. Последний шаг был сделан в эпоху Галена и Птолемея, когда начала создаваться *scientia aeterna* — наука, как ее с тех пор следовало понимать (Edelstein, 1963: 15–30). Неудивительно, что опираясь на эту и схожие с ней работы, Бен-Давид резюмирует главу «Социология греческой науки» своего классического труда «Роль ученого в обществе» (Ben-David, 1971: 33–44) следующим образом: «Античная наука не смогла развиваться не из-за ее имманентных недостатков, а потому, что те, кто занимались научной работой, не рассматривали себя как ученых; они считали себя в первую очередь философами, врачами или астрологами»⁹.

⁹ Ben-David, 1971: 45. Ср. определение античной математики как «законной и общепринятой части философской, религиозной или рекреационной деятельности» (Bos, Mehtens, 1977: 14).

Следует признать: картина, нарисованная Эдельштейном, столь же далека от реальности (хотя далека и в разной мере), как и основанный на ней вывод Бен-Давида. Практически ни один из его тезисов не опирается на высказывания античных ученых¹⁰, большинство их противоречит свидетельствам того времени, а те, с которыми можно согласиться в общем плане, требуют множества серьезных оговорок. В нашей работе мы исходим из иных предпосылок. Античная философия и наука, возникшие одновременно в начале VI в. до н. э. и в ранний период часто представленные одними и теми же лицами (Фалес, Анаксимандр, Пифагор), эпистемологически различались с самого начала и принципиальным образом¹¹. В конечном счете это различие сводится к тому, что научную проблему можно решить, истинно философские же проблемы принципиально неразрешимы. В какой мере греки осознавали, что различие заключается именно в этом — вопрос спорный. Проявилось оно, в любом случае, в том, что точные науки (*mathēmata*), очертив достаточно рано круг разрешимых проблем и найдя способы их решения, были независимы от современных им философских теорий и, в отличие от естествознания, не воспринимались как часть философии. Согласно принятому в античности взгляду, большинство отраслей знания, изучавших живую и неживую природу, включая физическую (но не математическую) астрономию, были частью физики (*physikē*), т. е. натурфилософии¹². Начиная с Аристотеля, (натур)философы называли себя физиками (*physikoi*), в отличие от ученых (*mathēmatikoi*). Лишь в нескольких областях физики в ее современном смысле, где эксперимент был сравнительно прост, а его результаты поддавались математическому выражению: гармонике, оптике и механике (включая статику и гидростатику) — греческим ученым удалось изолировать отдельные проблемы и вывести их исследование на научный уровень (Lloyd, 1970: 30 f., 139 f.). Показательно, что эти области были отнесены не к натурфилософской «физике», а к *mathēmata*.

Термина, который бы однозначно соответствовал утвердившимся лишь в XIX веке понятиям science, Wissenschaft и т. д., в греческом языке не было, как, впрочем, не было и общих понятий для искусства, религии или культуры. Понятие *epistemē* (знание, область знания), хотя и часто применялось к науке, было гораздо шире ее. Аристотель, например, различал три вида *epistēmai*: практические (политика, риторика), производительные (музыка, поэзия, ремесла) и теоретические, куда входили, в свою очередь, *mathēmata*, физика (натурфилософия) и теология (метафизика)¹³. Не имея общего видового понятия, обозначавшего все научные дисциплины (Wissenschaft) или все естественнонаучные (science), греки пользовались индивидуальными названиями наук и родовым понятием *mathēmata*. Группа из четырех *mathēmata* (будущий квадриум): геометрия, арифметика, астрономия и гармоника — впервые засвидетельствована у пифагорейского математика и фило-

¹⁰ Ссылка на так называемую эпиграмму Птолемея (Edelstein, 1963: 22 n. 2) не может считаться исключением, поскольку она написана, скорее всего, анонимным автором, а не великим астрономом: Tolsa, 2014.

¹¹ См. Зайцев, 2002: 403–405. Подробней см.: Жмудь, 1994.

¹² О различиях между физической и математической астрономией писал Аристотель: математик отвлекается от физической природы небесных тел, его задача — объяснить с помощью математических методов их видимое движение по небосводу (Phys. 193b22–194a11). Подробней см.: Жмудь, 2002: 194 сл.

¹³ Met. 1025b–1026a, 1063b36–1064b6. Классификация Аристотеля, придававшая познавательный статус даже обычным ремеслам, была принята лишь в отдельных своих аспектах.

софа Архита (47 В 1, 4 DK), современника и друга Платона, но восходит к более раннему времени. Архит считал эти науки родственными, от него эта идея перешла к Платону и Аристотелю и прочно утвердилась в культуре. В IV в. до н. э. в эту группу наук, объединенных применением математических методов, вошли механика и оптика. Сформировавшись на рубеже классики и эллинизма, канонический набор *mathēmata* просуществовал с очень незначительными вариациями до конца античной эпохи¹⁴.

Говоря об античной науке, мы имеем в виду эту группу автономных научных дисциплин, в которую мы включаем и географию, в силу ее принципиального родства с астрономией и математикой и несмотря на существенные отличия от них. Каждая из дисциплин имела собственное название (*geometria, astronomia, arithmetikē, harmonikē, geographia* и т. д.), идентичное современному, и собственную, вполне очерченную предметную область, в основном совпадающую с предметом этих наук в Новое время. В каждой из них работали специалисты (*geometrai, astronomoi, arithmetikoi, harmonikoi, geographoi* и т. д.), посвящавшие исследованиям основную часть своей деятельности. Этим людям нельзя, пожалуй, считать *профессионалами* в современном смысле слова: они не прошли обучения в специальных учебных заведениях, не имели научных степеней, не состояли в научных корпорациях и, главное, не получали материального вознаграждения за свою работу (в отличие от философов, риторов, врачей, музыкантов)¹⁵. Тем не менее эти люди не только были, но и считали себя (и считались обществом) учеными. О них и пойдет речь в нашей работе.

2. Историография вопроса

При отсутствии специальных трудов по социологии античной науки (едва ли можно считать таковым краткую главу в книге Бен-Давида) нельзя все же утверждать, что ее количественным анализом вообще не занимались. Первенство здесь принадлежит одному из основателей эмпирической социологии П. Сорокину, который в своей «Социальной и культурной динамике» уделил внимание в том числе и развитию науки и техники, начиная с древнейших времен¹⁶. (Эта глава была написана Сорокиным в соавторстве с его учеником Р. Мертоном.) Используя классический обзор научных и технологических открытий Л. Дармштедтера (Darmstaedter, 1908), Сорокин подсчитывал число открытий в соответствующих областях науки и техники в разных культурах. Выстроенная им кривая развития античной науки и техники (рис. 1) с двумя пиками, приходящимися на 375 год до н. э. и 70 год н. э. и глубоким спадом ок. 125–75 годами до н. э., учитывает точные науки, естествознание, географические открытия и технические изобретения, поэтому совпадает с нашими результатами лишь в точке своего первого пика. Но если выделить математику

¹⁴ См. Жмудь, 2002: глава 3, § 3. Согласно классификации Гемина (I в. до н. э.), в число *mathēmata*, помимо уже упомянутых наук, входили еще и геодезия и логистика, то есть прикладные дисциплины (Gemin. ap. Procl. *In Eucl.*, 38.4–42.8).

¹⁵ О различии между специализацией и профессионализацией античных ученых см.: Laks, 2005.

¹⁶ Sorokin, 1937: Chapter 3. Movement of Scientific Discoveries and Technological Inventions. P. 125–180, oc. 137.

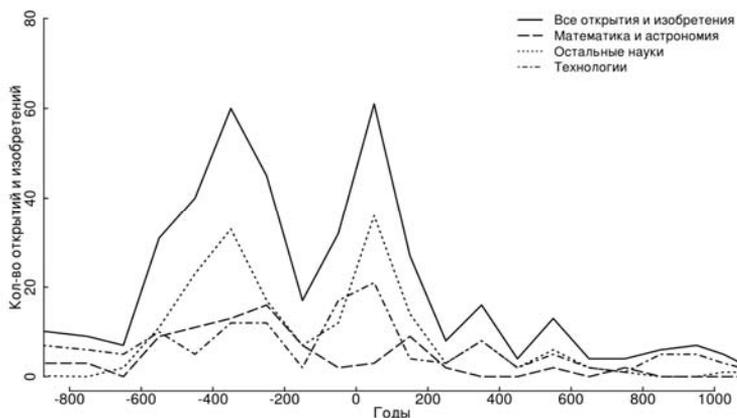


Рис. 1. Динамика количества открытий и изобретений с 800 г. до н. э. до 1000 г. н. э. (по данным из: Sorokin, 1937, p. 134)

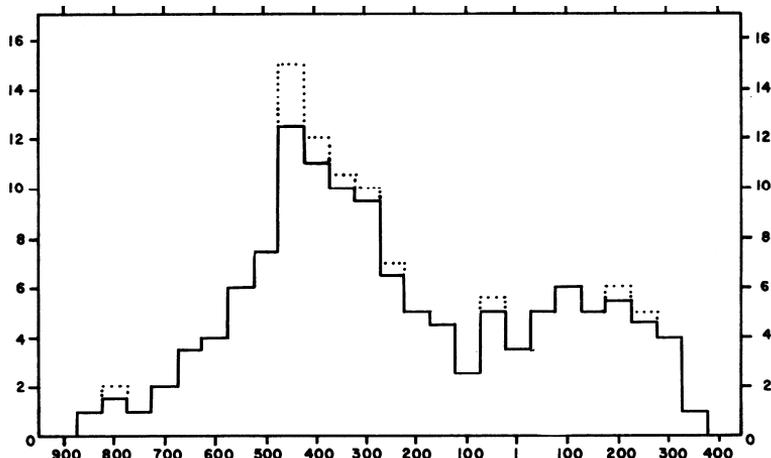


Рис. 2. Динамика всех видов творческой активности в античности (по Kroeber, 1958, с. 35)

и астрономию в отдельную группу, то связь между численностью ученых и их продуктивностью оказывается на удивление жесткой.

В книге известного антрополога и исследователя культуры А. Кребера «Конфигурации развития культуры», в которой способность производить выдающиеся произведения наук и искусств служит мерой процветания общества, одна из глав посвящена античной науке (другие — философии и медицине). За единицу измерения научной продуктивности Кребер брал таланты, то есть выдающихся или известных ученых, общим числом 83, ранжировал их по степени их значимости и строил на этой основе график развития античной науки. Ее общая продолжительность у Кребера получалась на три века короче, чем обычно, от Фалеса до Паппа и Диофанта (VI в. до н. э. — III в. н. э.), но и из этих девяти веков три он считал непродуктивными в смысле новых идей и методов. Основной период расцвета науки Кребер относил к 310–200 гг. до н. э., его продолжение — к 200–120 гг. до н. э. (в целом

190 лет: 310–120 гг. до н. э.), за ними следовал период качественного застоя и количественного роста (120 гг. до н. э. — 120 гг. н. э.), который завершался двумя пиками краткого расцвета (120–170 и 250–300 гг.) и окончательным упадком (Kroeber, 1944: 100–114, 206). Позже, в рецензии на статью Ч. Грэя об эволюции античной цивилизации и обнаруживающихся в ней циклах развития культуры, Кребер дал общую диаграмму (рис. 2) всех видов творческой деятельности в античности (не только научной), с отчетливым пиком в 500–350 гг. до н. э. и глубоким спадом ок. 125–75 г. до н. э. (Kroeber, 1958).

Обосновывая свой выбор отдельного открытия, независимо от степени его важности, в качестве единицы измерения, Сорокин замечал: периоды самых многочисленных и самых важных открытий, как правило, совпадают, поскольку за каждым значительным открытием следуют десятки других, тогда как относительно незначительное открытие непродуктивно (Sorokin, 1937: 126 f.). Закономерно предположить, что периоды, когда число ученых быстро росло, достигало своих максимумов или держалось на достаточно высоком уровне, были временем развития и процветания античной науки, временем, когда жили самые выдающиеся ученые и делались самые важные открытия, и наоборот. До сих пор проблема общей численности ученых античной эпохи специально не рассматривалась; для работ по общей динамике развития культуры, упомянутых выше, она особого значения не имела. Однако для изучения античной науки данные, пусть и приблизительные, о ее количественном составе могут оказаться очень ценными, послужив основой для анализа самых различных ее аспектов.

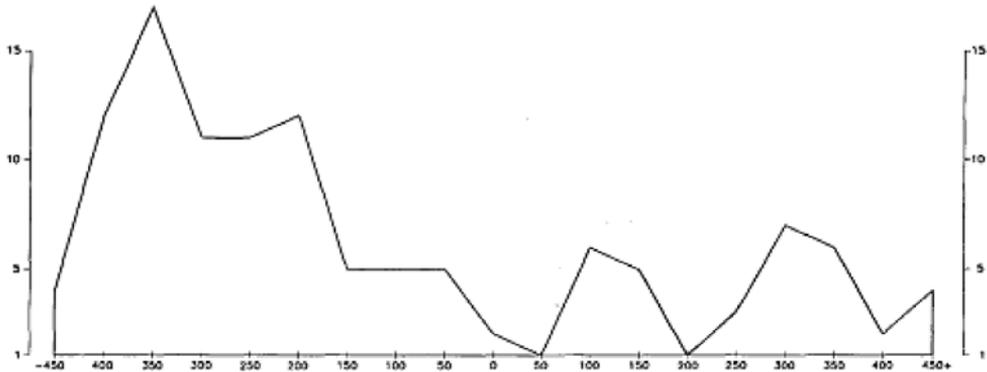


Рис. 3. Динамика численности математиков античности (по Netz, 1997)

Первую попытку подсчитать число греческих математиков предпринял Р. Нетц, предложив в качестве критерия отбора следующее определение: «Любой, кто письменно (или даже устно) изложил некое доказательство, демонстрирующее обоснованность какого-то утверждения, и использовал при этом техники, которые мы идентифицируем с греческой математикой <...>, является, с моей точки зрения, математиком» (Netz, 1997: 4). Те, кто не давал доказательств (астрономические наблюдатели, счетчики, астрологи), в число математиков не входили. Всего Нетц насчитал 144 известных нам античных математиков; там, где это возможно, он указал их имя (некоторые математические трактаты псевдонимны или анонимны), место рождения (114 локализуемых математиков происходят из 51 античного полиса) и время

жизни (последнее в ряде случаев очень неопределенно). Такая картина отражает не только принципиальную неполноту наших источников, но и малочисленность математиков античности, общее число которых, по оценке Нетца, едва ли превышало тысячу человек. Их хронологическое распределение дает рис. 3; из него следует, что численность одновременно живших и известных нам математиков лишь однажды, ок. 340 г. до н. э., превышала 15 человек, обычно колеблясь между 5 и 10. Пик около 350 г. до н. э. достаточно близок к нашим собственным расчетам, в отличие от резкого спада в 50-е годы до н. э. — 50-е гг. н. э. (см. ниже, с. 19).

Ссылаясь на недостоверность сведений о Фалесе и Пифагоре, Нетц начинает греческую математику слишком поздно, ок. 450 г. до н. э., и завершает веком раньше обычного, так что ряд важных фигур, таких как комментатор Архимеда и Аполлония Евтокий из Аскалона (480–540 гг.), им не учтены. Некоторые философы, попавшие в его список: Еврит, Гиппий, Ксенократ, Гераклид Понтийский и др., — с нашей точки зрения, математиками не являются, в то время как другие математики в нем отсутствуют. Впрочем, в отборе конкретных ученых элемент субъективности неизбежен. Несмотря на эти и другие расхождения, подход Нетца к проблеме, на наш взгляд, весьма перспективен.

3. Формирование базы данных: критерии отбора дисциплин

Наше исследование античной науки не ограничивается одной или несколькими дисциплинами. Вышедшая недавно *Encyclopaedia of Ancient Natural Scientists*¹⁷ предоставила в распоряжение исследователей самую обширную на сегодня базу данных об античных ученых, которая полнее любой энциклопедии (в том числе и специальной *Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft* в 85 томах). EANS состоит из 2043 статей (276 из них включают новые имена), географического справочника

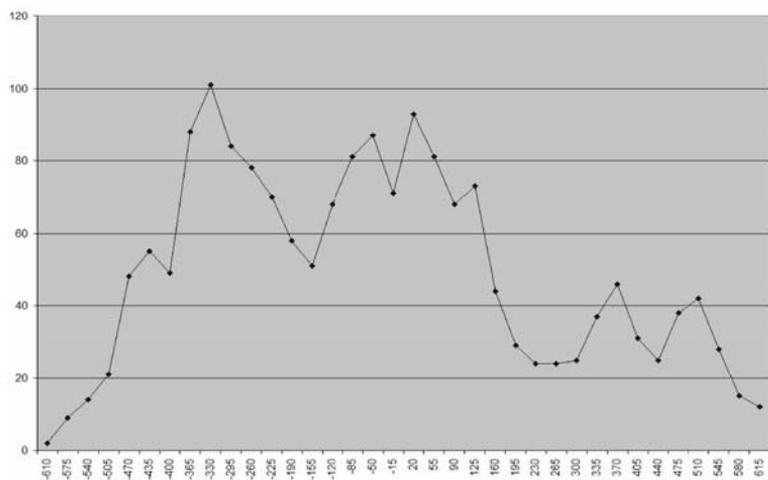


Рис. 4. Динамика численности ученых античности по поколениям (по Keyser, 2008)

¹⁷ The Encyclopedia of Ancient Natural Scientists... 2008 (далее EANS). В международный авторский коллектив EANS вошли более 120 специалистов.

по упомянутым в тексте городам и местностям с их современными координатами, подробной хронологической таблицы и сводных списков ученых по отдельным дисциплинам и областям знания. Содержащиеся в ней данные поддаются компьютерной обработке, что позволяет на солидной эмпирической основе рассматривать широкий круг проблем. В частности, определив общую численность ученых и ее изменения во времени, можно проследить динамику развития науки в целом, зарождение, расцвет и упадок отдельных дисциплин и научных центров, горизонтальную мобильность ученых, наличие или отсутствие научных школ и т. д. На основании собранных в EANS данных один из ее издателей, П. Кейзер, построил график изменения численности ученых по поколениям (рис. 4)¹⁸, из которого следует, что она достигла своего максимума (более 100 ученых в одном поколении) в самом начале эпохи эллинизма (ок. 330 г. до н. э.), вновь приблизилась к этому пику на рубеже тысячелетий и пошла на резкий спад после 90 года с двумя небольшими подъемами ок. 370 и 510 года.

Эти результаты весьма интересны, однако необходимо отметить: используя числовые данные EANS, как общие, так и по отдельным дисциплинам, их необходимо подвергать тщательной проверке и критическому анализу. Проблема в том, что у нас нет надежных *социологических* критериев для определения тех, кто был античным ученым, а кто нет. Любой анализ подобного рода опирается в конечном итоге на эпистемологические критерии: сначала, исходя из наших представлений, мы выделяем некие занятия, которые признаем научными, а затем идентифицируем тех, кто работал в них как специалист. В обоих случаях используемые критерии могут значительно различаться. Обратной стороной полноты содержащихся в EANS сведений является чрезмерно широкий, «инклюзивный» взгляд ее издателей на науку. «Наука наряду с технологией существует в некоторой форме в каждой культуре и состоит, как минимум, из коллекций рецептов, которые считаются эффективными; как правило, эти коллекции рецептов организованны и систематичны, и сопровождаются принципами, предназначенными для их объяснения»¹⁹. В соответствии с таким широким пониманием науки в EANS включены очень разнородные направления и виды занятий, которые можно разделить на четыре группы: 1) области знания, которые обрели научный статус в античности: математика, гармоника, математическая астрономия, механика, оптика, география; 2) дисциплины, перешедшие донучный уровень лишь в Новое время, иногда в XIX и даже XX веке: физика, ботаника, зоология, метеорология, психология; 3) занятия, которые, не будучи сами по себе науками, начиная с середины XIX века становятся на прочные научные основания: медицина, фармакология, сельское хозяйство, отчасти архитектура; 4) направления, которые никогда не были и не являются сейчас научными: алхимия, астрология, физиогномика, парадоксография²⁰.

Основанный на отказе от нормативного понимания науки подход, распространенный даже среди специалистов, ведет к инфляции понятия «наука», а иногда

¹⁸ EANS, 2008: 938.

¹⁹ Keyser, 2013b: 17. Ср. «Науку» (science) нельзя четко отличить от других занятий, таких как философия или технология, а иногда даже от магии или теологии» (Keyser, 2013a. P. 6066).

²⁰ Увеличение числа ученых в EANS произошло в основном за счет врачей (420) и фармакологов (500); алхимики (56), астрологи (96) и парадоксографы (61) были не столь многочисленны.

и отказу от него²¹, и делает во многом произвольным отбор дисциплин, входивших в состав античной науки. Помимо всего прочего, он опирается на методологические принципы, один из которых ошибочен в своей основе, а второй — при его расширительном применении. Согласно первому, если нечто когда-то *считалось* наукой (или даже просто считалось *верным*), то оно ею и было²². Иначе говоря, во избежание анахронизма нам предлагают не применять современные критерии научности к античной алхимии или астрологии, а исходить из представлений того времени, согласно которым они якобы считались такими же науками, как геометрия и астрономия. Но если мы *for the sake of argument* согласимся с этим и обратимся к принятым в древности категориям, то без труда обнаружим, что греки вовсе не относили алхимию и астрологию к тому, что сами они считали науками. Алхимия, область для античной познавательной культуры более чем маргинальная, возникает лишь в середине I века н. э. и рассматривает саму себя как *technē* — искусство или ремесло, содержащее рецепты превращения металлов в золото и серебро и находящееся на пересечении натурфилософии (физики), оккультного знания и ремесла²³. Видеть в ней родство с геометрией или оптикой никому в античности в голову, кажется, не приходило.

Далеко не бесспорным было и положение астрологии, которая в результате недавних попыток ее реабилитации стала превращаться из псевдонауки, каковой она считалась ранее, просто в «античную науку» с пометкой «ложная с современной точки зрения»²⁴. Между тем астрология, появившаяся ок. 100 года до н. э. в результате соединения научных, философских и религиозных традиций Греции, Вавилона и Египта, трактовалась самими ее адептами как *technē* (за счет нее можно было жить), которая использовала астрономические данные для предсказания будущих земных событий, индивидуальных или коллективных. Некоторые греческие астрономы, в их числе Птолемей, признавали такую практику, другие игнорировали или отрицали ее. Ряд философских школ (эпикуреизм, скептическая Академия) и отдельных мыслителей (Цицерон) выступали с критикой астрологии, считая ее ложной и бесполезной, другие включали ее, целиком или частично, в свои системы. Эпистемологического статуса астрономии астрология никогда не достигла, в том числе и в глазах своих научных адептов. Птолемей, например, проводя различия между астрономией и астрологией, признавал, что критиковать первую могут только слепые, тогда как вторая является дисциплиной гораздо более философской и гадательной²⁵.

²¹ «Античные ученые не работали в соответствии с нашим представлением о научном методе, вот почему некоторые исследователи утверждают, что использование слова “наука” в античном контексте ошибочно... Вопрос о том, действительно ли является “наукой” то, чем они занимались, — это принципиально неисторический вопрос, и в данный момент на него нет ответа. Этот термин спорен и в современном контексте, не говоря уже об античном, и я думаю, что он отвлекает наше внимание от реальной цели...» (Rihll, 2002: 8).

²² Д. Грэхем называет такой подход «дескриптивистским»: наукой считается все, что в данной культуре принимают за объяснение явлений, воспринимаемых или воображаемых (Graham, 2013: 258 f.).

²³ См. Taylor, 2004: 30–42. Martelli, 2014.

²⁴ См., например, Barton, 1994a; 1994b. Одной из своих задач автор считает «снятие барьеров между наукой и псевдонаукой». См. также: Taub, 1997.

²⁵ *Тетрабиблос*, I, 1. См. Pedersen, 2011: 401f. Cp. Lehoux, 2007: 38.

Согласно второму принципу, который противоположен первому, если нечто когда-то *стало* наукой, то оно ею и было с самого начала. Это позволяет приписывать научный статус современных областей знания — физики, психологии или фармакологии — их античным предшественницам, им вовсе не обладавшим. В основе здесь лежит традиционный для XIX — первой половины XX века поиск первооткрывателей, авторов важных открытий и изобретений, которые с течением времени стали неотъемлемой частью науки. На этом основан, например, уже упомянутый *Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* Л. Дармштедтера, начинавшийся с открытий IV—III тысячелетий до н. э. Классическая «Хрестоматия по античной науке» М. Коэна и И. Драбкина классифицировала содержание греческой науки в соответствии с современными категориями, предлагая читателю материалы по геологии, сейсмологии, океанографии, экологии и т. д. Впрочем, ее авторы предупреждали: это сделано, чтобы облегчить читателям поиск интересующего их материала, а не потому, что эти категории использовали античные ученые (Cohen, Drabkin, 1948: IX). Такой подход кажется вполне здравым, пока он не принимает отдельные открытия за начало научной дисциплины. История науки полна примеров того, как направления, веками существовавшие в рамках натурфилософии (физика, метеорология, психология), с течением времени обретали научный статус, тогда как другие (физиогномика, парадоксография) так никогда и не смогли этого сделать. Медицина, фармакология (составление рецептов) и тем более агрономия и архитектура также не значились в числе признанных в античности наук. Хотя книги по медицине, агрономии и архитектуре входили в состав ряда римских энциклопедий (наряду с правом и военным делом), греки однозначно относили эти области к *technai*, искусствам и/или ремеслам.

У нас нет оснований отказываться от современных критериев в изучении античной науки или противопоставлять их принципам, принятым в античности, поскольку они взаимно дополняют друг друга (являются комплементарными). Напротив, наиболее надежные результаты могут быть получены в тех случаях, когда современные и античные критерии совпадают полностью или по большей части. Дисциплины, которые мы считаем научными, соответствуют, с одной стороны, определениям науки как таковой, а с другой — представлениям древних греков о *mathēmata* как об автономных научных отраслях, отличавшихся и от философии, и от *technai*. Разумеется, за пределами этой познавательной сферы остается деятельность, которую вполне можно назвать научной, а тех, кто ею занимался, учеными. Аристотель и Феофраст, исследуя обширный круг естественнонаучных проблем, заложили начала зоологии и ботаники, врач Эрасистрат (III в. до н. э.) первым систематически занялся анатомией человека, открыл моторные нервы, исследовал пульс и т. д. Примеры эти легко умножить. Во всех таких случаях, однако, научные открытия естествоиспытателей и врачей не были признаны всеми специалистами, а всегда оспаривались немалой их частью; эти исследования не получили дальнейшего развития и не привели к формированию *устойчивых научных дисциплин*. Сложиться на основе отдельных открытий в естествознании и медицине такие дисциплины не смогли, поскольку методы эффективного производства бесспорного знания, разделяемого всем научным сообществом, были здесь недоступны или недостаточно развиты (например, систематический эксперимент). Судьба несостоявшихся дисциплин (*abortive sciences*) хорошо видна на примере зоологии после Аристотеля и ботаники после Феофраста (Lennox, 1994). Таким образом, наш выбор в пользу сложившихся научных дисциплин, а не отдельных,

пусть и выдающихся ученых и открытий опирается на познавательные критерии, которые в то же время позволяют идентифицировать античную науку как социальный институт со своими нормами и ценностями. Ученик К. Поппера Й. Джарви, трактуя его теорию демаркации науки в духе мертоновской социологии науки, замечал: «науку необходимо выделять как институционализированный выбор определенных правил. Методологический выбор, который мы делаем (под давлением логики) создает институциональное соглашение. Способ исследования, метод или социальный институт, называемый нами наукой, возникает из того выбора»²⁶.

4. Формирование базы данных: критерии отбора античных ученых

Выделив сложившиеся в Древней Греции научные дисциплины, следует далее сформулировать критерии, согласно которым фигурирующие в EANS античные математики, астрономы, механики, географы и т. д. действительно могут быть признаны таковыми. Издатели энциклопедии, действуя и в этом случае по принципу «лучше ошибиться при включении, чем при исключении» (EANS, 2008: 2), чрезвычайно расширили ее хронологические, географические и дисциплинарные рамки. Античная наука начинается здесь с Гомера и Гесиода и заканчивается в 650-х годах н. э. Кроме того, EANS содержит ок. 200 статей об авторах, писавших на армянском, кельтском, готском, египетском, персидском, санскрите и семитских языках. Нам пришлось исключить всех, кто выходит за принятые хронологические границы античной науки (начало VI в. до н. э. — середина VI в. н. э.), равно как и тех, кто писал не на греческом или латинском языках. Исключение составляют те немногие случаи, когда иноязычные тексты были переведены на греческий или латынь (например, некоторые финикийские периплы) либо когда ссылки на вавилонских авторов (Кидинну, Набуриану) в греческих научных текстах позволяют полагать, что межкультурная передача знаний действительно произошла.

Далее, в каждой дисциплине были оставлены лишь те, кто участвовал в *производстве, распространении и сохранении научного знания*. С этой точки зрения новизна результатов не принципиальна: к ученым были отнесены автор дидактической поэмы по астрономии, компилятивного введения в математику, географического компендия, сохранившего данные более ранних утраченных сочинений и т. д., — постольку, поскольку тематика и проблематика этих трудов не выходят за рамки данной науки. Наличие специальных сочинений, тем более сохранившихся, серьезно облегчает решение вопроса о принадлежности к научной среде. Но и их отсутствие, точнее, отсутствие сведений о них, не является исключительным признаком (как, собственно, и в наше время). Учитель математики значительного ученого, например Птолемея, также отнесен к ученым, равно как и коллега известного математика, которому посвящен его труд. В одних случаях у нас более чем достаточно свидетельств принадлежности к специальности, в других мы располагаем лишь одним: например, некто назван «геометром» в контексте, не вызывающем особых сомнений в характере его занятий. Если какой-либо факт мог однозначно говорить о принадлежности данного лица к специальности, решение принималось в его пользу.

²⁶ Jarvie, 2001: 19. Джарви полагает, что Поппер и Мертон, не ссылаясь друг на друга, двигались с разных сторон в одном направлении — к социальной демаркации науки (Jarvie, 2001: 16 f.).

Когда однозначный ответ был невозможен, вопрос решался, как правило, в пользу дисциплины²⁷. Такой подход подразумевает работу с каждой статьей энциклопедии, оставшейся после отсева «ненаучных» дисциплин. Из списка ученых были исключены философы, если сведения об их научных трудах отсутствуют²⁸, историки, чьи сочинения содержат лишь краткие географические описания местностей, без которых не обходится ни одна книга по политической или военной истории; парадоксографы, без достаточных причин записанные в географы, и т. д. Напротив, в целом ряде случаев мы включили в базу имена, по каким-то причинам упущенные, либо добавили присутствующим в ней ученым еще одну специальность (астрономия, механика и т. д.), либо изменили датировку (последнее — довольно часто).

В отдельных пояснениях нуждаются критерии отбора механиков, географов и гармоников. Механика, как и оптика, — наука не только теоретическая, но и практическая, связанная с изобретательством и техникой. Вокруг математизированного ядра механики, представленного теоретическими трудами, располагалась обширная практическая периферия, отдельные точки которой в разной степени были удалены от ядра. Ограничивать механику только теорией было бы в принципе неверно, даже в деятельности самого научного из греческих механиков, Архимеда, обе сферы взаимосвязаны²⁹. Но и считать учеными, скажем, всех изобретателей военной техники также неверно. Поэтому мы отнесли к механикам лишь тех инженеров и изобретателей, чья деятельность позволяет предполагать наличие в ней научной (математической) компоненты.

В античной географии, как и в современной, существовало несколько поддисциплин: теоретическая география, опирающаяся, согласно Птолемею, на математический метод (*Geogr.* I, 1.5), и описательная дисциплина, которую иногда называли хорографией (региональной географией) (Geus, 2015: 150f.). Представители первой, как правило, занимались также и астрономией (Анаксимандр, Евдокс, Эратосфен, Гиппарх и др.); вторая, гораздо более многочисленная, была представлена в основном описательными трудами, посвященными отдельным областям ойкумены (Египет, Малая Азия, Сицилия, Индия и др.) и содержащими эмпирические данные о городах, местностях, реках, морях, расстояниях между ними и т. п. Поскольку математическая география непосредственно основывалась на подобного рода описаниях, особенно содержащих числовые данные, то их авторы были включены в наш список, тем более, что и в Новое время география долгое время питалась

²⁷ Так, ученая поэма Арата, опиравшаяся на астрономический труд Евдокса, была столь популярна, что на нее было написано 26 комментариев. Часть из них носила астрономический характер, другие — поэтический. В EANS есть статьи на всех 26 авторов; мы оставили лишь тех, о ком можно определенно сказать, что они интересовались астрономией, а не поэзией.

²⁸ Философские труды, в том или ином виде содержащие научные знания (например, астрономические модели в «Тимее» Платона или «Метафизике» Аристотеля), нами не учитываются.

²⁹ Согласно Гемину, в состав механики, помимо теоретической части, входило искусство изготавливать 1) военные машины, которым занимался Архимед, 2) движимые ветром механизмы, описанные Ктесибием и Героном, 3) небесные сферы (Gemini. ap. Procl. *In Eucl.*, 41.2 f.). В этой связи стоит отметить, что астрономический механизм из Антикитеры демонстрирует собой такие возможности соединения науки и техники, о которых раньше можно было только догадываться. См.: The Antikythera Mechanism Research Project (www.antikythera-mechanism.gr/project).

сообщениями путешественников, моряков, купцов и т. п., в задачи которых далеко не всегда входило развитие географической науки.

Гармоника исторически состояла из двух направлений: математического, зародившегося в пифагорейской школе и оформленного Архимедом, и эмпирического, главным представителем которого был Аристоксен из Тарента, ученик пифагорейцев, а затем Аристотеля. Античные музыкальные теоретики, которые придерживались одной из этих традиций, как правило, критиковали или игнорировали другую. Тем не менее в чем-то оба направления зависели друг от друга, а в конце эллинистической эпохи были предприняты попытки, в том числе и удачные, примирить их. У многих авторов поздней античности обе традиции соседствуют друг с другом, но, пожалуй, лишь Птолемию удалось добиться их подлинного синтеза на основе математической гармонии (Barker, 2000; 2007). Ввиду этого в наш и без того короткий список гармоников включены представители обоих направлений, почти половина из которых занималась и другими точными науками.

5. Предварительный анализ динамики численности ученых

Обратимся теперь к предварительному анализу наших результатов и их сравнению с данными других исследователей. Общая численность античных ученых сократилась у нас в пять раз по сравнению с EANS, с 2043 до 415. По дисциплинам эти 415 ученых распределяются следующим образом (один и тот же ученый мог заниматься несколькими науками):

География	139	Механика	59
Математика	127	Гармоника	37
Астрономия	126	Оптика	19

Об их распределении по времени дает представление следующий график (рис. 5), где дана общая кривая изменения численности античных ученых с двумя пиками в 70 современников в 325 г. до н. э. и в 71–100 гг. до н. э.³⁰

³⁰ Исходный массив данных, составленный на основе EANS с учетом дополнительных источников, был представлен таблицей в формате CSV, содержащей 415 строк с описанием отдельных ученых, а также анонимных или псевдонимных трактатов. Каждый из них был охарактеризован по ряду атрибутов, в число которых вошли имя (или название трактата), начальная и конечная даты жизни, занятия той или иной наукой (серия из шести бинарных переменных: астрономия, гармоника, география, математика, механика, оптика), а также специальный атрибут, содержащий бинарную переменную для различения географов в широком смысле (включая описательные работы) и «математических» географов. Даты жизни определялись с возможной для этого периода точностью (от года до десятков и сотен лет); в основном, они соответствуют указанным в EANS, но в 68 случаях потребовались уточнения. Ввиду неопределенности ряда дат, в 63 из 415 случаев (15,2%) условная продолжительность жизни значительно превышала естественные пределы человеческой жизни, составляя от 101 до 660 лет, однако это не может сколько-нибудь серьезно повлиять на общие закономерности, установленные ниже. Затем были созданы временные срезы исходного массива данных с заданным шагом (в 25 или 50 лет, в зависимости от конкретной задачи). Для построения числовых рядов и графиков, отражающих временную динамику, были произведены подсчеты атрибутов (для общей численности — имен или названий трактатов, для численности по дисциплинам — наличия в описании упоминания о причастности той или иной дис-

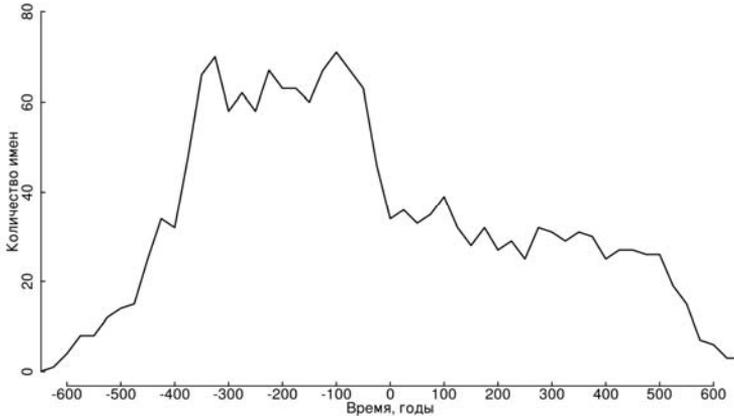


Рис. 5. Динамика суммарной численности ученых античности: количество имен и анонимных трактатов, ассоциируемых с *mathēmata* в целом (математика, астрономия, география, механика, гармоника, оптика)

Прежде чем рассматривать динамику развития науки в целом, остановимся вкратце на каждой из дисциплин. Самой густонаселенной оказалась география (139 имен); несомненно, из-за наличия в ней множества описательных трудов. Благодаря этому оба общих пика численности античных ученых в точности совпадают с пиками численности географов (рис. 6). Первый (22 имени) приходится

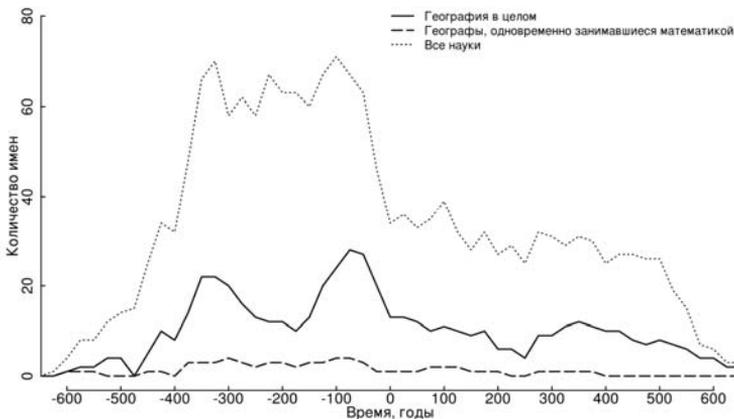


Рис. 6. Динамика численности ученых античности: «теоретическая» и «описательная» география

циплине и т. д.) в каждом временном срезе. При интерпретации данных следует иметь в виду, что при построении временной динамики за основу взяты сроки жизни, а не предполагаемые периоды творческой активности, поэтому отнесение к какому-то временному срезу не означает отнесения к одному поколению или возрастной когорте, но только относительную одновременность существования. Все преобразования данных, подсчеты и построение графиков были выполнены при помощи стандартных функций среды статистического программирования R (R Core Team, 2015).

на 350–325 гг. до н. э. и связан с походами Александра Македонского, стремительно расширившими границы ойкумены, второй (28 имен) — на I в. до н. э., когда эллинистические государства вошли в состав разросшейся Римской республики.

Подъем IV–V вв. н. э. в описательной географии объясняется большим числом римских географических сочинений, часто подчиненных задачам имперской администрации. Как видно из графика, географов, которые занимались также математикой и астрономией (т. е. авторов трактатов по математической географии), гораздо меньше, чем географов в целом, 19 из 139, то есть каждый седьмой. Если учитывать только их, то география из самой многочисленной дисциплины становится самой малочисленной, с соответствующим уменьшением общего количества ученых, но без сколько-нибудь ощутимого изменения общей динамики развития античной науки. Расцвет теоретической географии приходится на 325–275 гг. до н. э., когда было накоплено достаточно эмпирических данных для их теоретического осмысления; прекращается ее существование сразу после 400 г.

Математика (рис. 7), вторая по численности наука (127 имен), демонстрирует очень быстрые темпы развития в 475–350 гг. до н. э. (увеличение более чем в пять раз) и достигает первого пика численности (20 имен) в 350 году до н. э., еще в до-александрийский период. Такое сосредоточение имен, возможно, связано с тем, что упоминавшийся в начале нашей статьи Евдем Родосский написал ок. 330-х годов до н. э. подробную «Историю геометрии», в которой фигурируют многие математики IV в. до н. э., в том числе и те, чьи имена нигде больше не встречаются³¹. Вторым фактором могло быть существование школы Евдокса (ок. 390 — ок. 337 гг. до н. э.), одной из немногих известных нам математических школ (подробнее см. ниже). У Нетца (см. выше, с. 10) абсолютный максимум численности математиков приходится на то же время, что и наш первый пик (350 г. до н. э.), при этом он несколько ниже (15 имен). Далее Нетц фиксирует гораздо более глубокий спад, чем на нашем графике, идущий практически без подъемов, хотя и с несколько периодами стабилизации численности, вплоть до 50 г., когда число математиков оказывается равным 0.

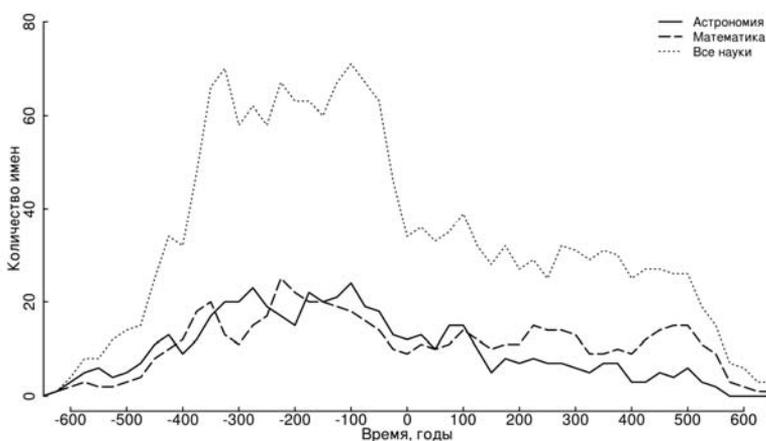


Рис. 7. Динамика численности ученых античности: математика и астрономия

³¹ См. Жмудь, 2002: 254 сл.

Наши данные рисуют картину намного более стабильного развития. После относительного спада 300 г. до н. э. число математиков вновь идет на подъем и достигает в 225 г. до н. э. (время жизни Архимеда и Аполлония) своего максимума (25 имен). Далее спад чередуется с подъемом при сохранении численности на уровне 10–15 человек, в том числе и в 50 г. н. э. Окончательный спад наступает позже, чем у других наук, ок. 500 г., что связано с активным (хотя и малопродуктивным в смысле новых результатов) занятием математикой в неоплатонических школах Афин и Александрии. Более половины математиков V века работали в этих двух городах.

Астрономия, практически равная по численности математике (126 имен), развивается медленнее ее и достигает полного расцвета лишь в период эллинизма, с тремя отчетливыми пиками в 275, 175 и 100 гг. до н. э. (22–24 имени). После 50 г. до н. э. она обнаруживает быстрый спад, затем более медленный, но постоянный, который прерывался некоторым подъемом в 50–125 гг. н. э. (предшествует началу деятельности Птолемея, ок. 100 — ок. 175 гг.). При этом почти 700 лет (450 г. до н. э. — 225 г. н. э.) число одновременно живших астрономов не опускалось ниже 10. Астрономия медленно угасает в конце VI века.

Механика (рис. 8), развитие которой с 500 по 375 г. до н. э. было очень медленным (в среднем меньше 5 имен), переживает затем быстрый подъем и достигает своей первой вершины ок. 325 г. (14 имен). Расцвет механики целиком укладывается в эллинистический период, с наивысшим пиком (18 имен) в 225 г. до н. э. (время жизни Архимеда), совпадающим со вторым эллинистическим пиком математики. До 75 г. до н. э. число механиков стабильно превышало отметку 10, но после 50 г. до н. э. резко пошло на убыль, сойдя на нет на рубеже тысячелетий. В течение последующих веков жизнь механики едва теплилась, прерываясь на долгое время, например в 150–250 гг. н. э.

Численность известных нам специалистов по гармонике и оптике (рис. 8) обычно колебалась в пределах от 0 до 5. В отличие от других наук, в развитии этих дисциплин не наблюдается ярко выраженных пиков. Оба небольших подъема гармоник приходится на время деятельности ее главных теоретиков. Архит и Аристоксен,

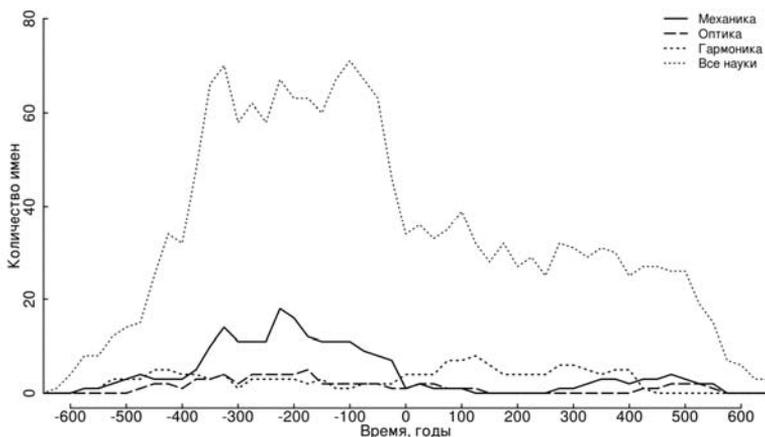


Рис. 8. Динамика численности ученых античности: механика, гармоника и оптика

создавшие два основных направления гармоник, жили во время ее первого подъема (475–325 г. до н. э.), Птолемей, синтезировавший их теории с опорой на математическую гармонику Архита, — во время второго (50–150 г. н. э.), когда число специалистов-современников впервые ненамного превышает отметку 5. После 400 г. гармоника быстро сходит на нет. Общее число специалистов по оптике, в два раза меньшее, чем по гармонике (19 против 37) вполне объясняет кривую ее развития, стелющуюся между 0 и 5. Основные достижения оптики были достигнуты сравнительно рано и сформулированы Евклидом (см. небольшой подъем ок. 325 г. до н. э.); малое число оптиков в последующие века коррелирует с отсутствием осязаемого прогресса в этой дисциплине. В 150–400 г. в существовании оптики отмечается разрыв; слабый позднеантичный подъем связан с завершающей кодификацией достигнутых ранее достижений.

В общей динамике численности ученых античности (рис. 5) можно выделить пять этапов: рост (VI — середина IV в. до н. э.), расцвет (середина IV — середина I в. до н. э.), угасание (вторая половина I в. до н. э.), стагнация (I–V вв. н. э.) и окончательный упадок (VI в. н. э.). В течение довольно длительных фаз расцвета и стагнации мы наблюдаем не вполне синхронные чередования взлетов и падений численности по отдельным дисциплинам. Например, на фазу расцвета приходится два пика и лежащий между ними «провал» в географии и по два не вполне совпадающих с географией пика в математике и астрономии, также разделенных своими периодами упадка (ср. рис. 6 и 7). Фазы роста, угасания и окончательного упадка, напротив, образуют относительно синхронными взлетами и падениями численности самых густонаселенных дисциплин.

Сопоставляя более ранние данные по динамике античной науки с результатами наших подсчетов, можно отметить значительное сходство основных этапов, при том что мы гораздо более оптимистичней, чем Нетц, оцениваем динамику численности математиков в период после 150 г. до н. э. У Кребера начало кульминационной фазы греческой науки (310 г. до н. э.) практически совпадает с нашим (325 г. до н. э.), а ее окончание (120 г. до н. э.) отличается от нашей датировки стремительного упадка всех наук (ок. 50 г. н. э.) всего на 70 лет (или даже менее, если учитывать только теоретическую географию). Близки к нашим показателям и результаты первичной обработки EANS: пик и начало упадка датируются 330 и 90 гг. до н. э. соответственно. Особенно интересно сравнение с выполненными Сорокиным и Мертоном подсчетами открытий и изобретений на основе справочника Дармштедтера. Динамика общего количества открытий и изобретений с ее резким вторым пиком, приходящимся на I век н. э. (рис. 1), как будто бы не дает бросающегося в глаза сходства с нашей картиной. Но если учитывать открытия только в математике и астрономии и сопоставить их с нашими данными по этим наукам, то связь между численностью ученых и их продуктивностью оказывается на удивление жесткой (рис. 9)³².

³² Для построения числового ряда, используемого при построении этого графика, и расчета корреляции потребовался набор временных срезов, несколько отличающийся от нашего обычного: 1) шаг был увеличен с 25 до 50 лет; 2) при расчете количества имен было принято во внимание, что одни и те же ученые занимались и астрономией, и математикой и их следовало учесть лишь однажды. Коэффициент корреляции между числом математиков и астрономов (по нашим данным) и числом открытий в математике и астрономии (по данным Сорокина и Мертона) составил 0,654 при довольно высоком уровне значимости ($p=0,0082$).

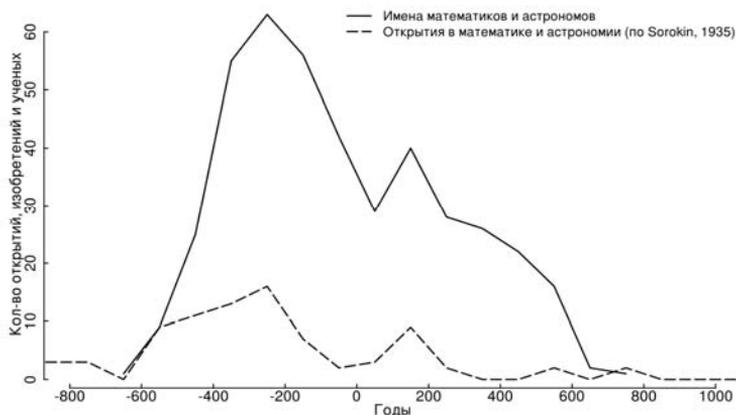


Рис. 9. Согласованная динамика численности астрономов и математиков античности (по нашим данным) и количества открытий и изобретений в области математики и астрономии (по данным из Sorokin, 1937, p. 134)

При всем общем сходстве с уже выявленными тенденциями наша более обширная и многомерная база данных по античным ученым, создание которой стало возможным благодаря появлению EANS, дает на каждом из этапов гораздо более нюансированную картину исторической динамики, чем любая из немногих предшествующих работ. Детальным анализом этой картины мы и займемся в следующей части статьи.

Окончание следует.

Литература

Жмудь Л. Я. Взаимоотношения науки и философии в античности // *Hyperboreus*. 1994. Т. 1. № 1. С. 74–91. [*Zhmud L. Ya. Vzaimootnosheniie nauki i filosofii v antichnosti // Hyperboreus*. 1994. Vol. 1. № 1. P. 74–91.]

Жмудь Л. Я. Зарождение истории науки в античности. СПб.: Изд-во Рус. христиан. гуманит. ин-та, 2002. [*Zhmud L. Ya. Zarozhdeniie istorii nauki v antichnosti*. St. Petersburg: Izd-vo Rus. khristian. gumanit. in-ta, 2002; English translation: *Zhmud L. Ya. The Origin of the History of Science in Classical Antiquity*. Berlin: W. de Gruyter, 2006.]

Жмудь Л. Я. Изучение античной науки в ИИНиТе на фоне 1930-х годов // *Вопросы истории естествознания и техники*. 2013. № 3. С. 2–26. [*Zhmud L. Izuchenie antichnoi nauki v IINiTe na fone 1930-kh godov // Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*. 2013. № 3. P. 2–26.]

Зайцев А. И. Культурный переворот в Древней Греции VIII–V вв. до н. э. 2-е изд., испр. и доп. / под ред. Л. Я. Жмудя. СПб.: Филол. фак. СПбГУ, 2000. [*Zaitsev A. I. Kulturnyi perevot v Drevnei Gretsii VIII–V vv. do n. e.* 2nd edn. / ed. by L. Zhmud. St. Petersburg: Filologicheskii fakul'tet SPbGU, 2000.]

Зайцев А. И. Взаимоотношения науки и философии в античный период // *Избранные статьи* / под ред. Н. А. Алмазовой и Л. Я. Жмудя. СПб.: Филол. фак. СПбГУ, 2002. С. 403–405. [*Zaitsev A. I. Vzaimootnosheniia nauki i filosofii v antichnyi period // Izbrannyye stat'i* / ed. by N. A. Almazova and L. Zhmud. St. Petersburg: Filologicheskii fakul'tet SPbGU, 2002. P. 403–405.]

Лурье С. Я. Теория бесконечно малых у древних атомистов. М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1935. [*Lourie S. Ya. Teoriia beskonechno malyykh u drevnikh atomistov*. Moscow; Leningrad: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1935.]

Barker A. *Scientific Method in Ptolemy's 'Harmonies'*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2000.

Barker A. *The Science of Harmonics in Classical Greece*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2007.

- Barnes S. B., Dolby R. G. A.* The Scientific Ethos: A Deviant Viewpoint // *European Journal of Sociology*. 1970. Vol. 11, № 11. P. 3–25.
- Barton T.* Ancient Astrology. London; New York: Routledge, 1994a.
- Barton T.* Power and Knowledge: Astrology, Physiognomics, and Medicine in the Roman Empire. Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, 1994b.
- Ben-David J.* The Scientist's Role in Society. Englewood Cliffs; New Jersey: Prentice-Hall, 1971.
- Bernal J.* Science in History. Vol. 1: The Emergence of Science. London: Watts, 1954.
- Bos H. J. M., Mehrtens H.* The Interactions of Mathematics and Society in History: Some Exploratory Remarks // *Historia Mathematica*. 1977. Vol. 4, № 1. P. 7–30.
- Cohen M. R., Drabkin I. E.* A Source Book in Greek Science. New York: McGraw-Hill, 1948.
- Cuomo S.* Ancient Mathematics. London; New York: Routledge, 2001.
- Darmstaedter L.* Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Berlin: Springer, 1908.
- Edelstein L.* Motives and Incentives for Science in Antiquity // *Scientific Change* / ed. by A. C. Crombie. London; New York: Heinemann, 1963. P. 15–41.
- The Encyclopedia of Ancient Natural Scientists: The Greek tradition and its many heirs / ed. by P. T. Keyser and G. L. Irby-Massie. London; New York: Routledge, 2008.
- Geus K.* Progress in the Sciences: Astronomy and Hipparchus // *Brill's Companion to Ancient Geography: the inhabited world in Greek and Roman tradition* / ed. by S. Bianchetti et al. Leiden; Boston: Brill, 2015. P. 150–160.
- Graham D. W.* Science before Socrates: Parmenides, Anaxagoras and the New Astronomy. Oxford; New York: Oxford University Press, 2013.
- Jarvie I. C.* The Republic of Science: The Emergence of Popper's Social View of Science 1935–1945. Amsterdam: Rodopi, 2001.
- Keyser P. T.* Science, Greek // *The Encyclopedia of Ancient History* / ed. by R. S. Bagnall et al. Vol. 11, Ro-Te. Chichester, etc: Wiley-Blackwell, 2013a.
- Keyser P. T.* The Name and Nature of Science: Authorship in Social and Evolutionary Context // *Writing Science: Medical and Mathematical Authorship in Ancient Greece* / ed. by M. Asper. Berlin: De Gruyter, 2013b. P. 17–61.
- Knorr W. R.* Infinity and Continuity: The Interaction of Mathematics and Philosophy in Antiquity // *Infinity and Continuity in Ancient and Medieval Thought* / ed. by N. Kretzmann. Ithaca: Cornell Univ. Press, 1982. P. 112–145.
- Kroeber A. L.* Configurations of Culture Growth. Berkeley: Univ. of California Press, 1944.
- Kroeber A. L.* An analysis of Graeco-Roman development — Gray's Epicyclical Evolution // *American Anthropologist*. 1958. Vol. 60, № 1. P. 31–38.
- Laks A.* Remarks on the Differentiation of Early Greek Philosophy // *Philosophy and the Sciences in Antiquity* / Ed. by R. W. Sharples. Aldershot: Ashgate, 2005. P. 8–22.
- Lehoux D.* Astronomy, Weather, and Calendars in the Ancient World. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2007.
- Lennox J. G.* The Disappearance of Aristotle's Biology: A Hellenistic Mystery // *Apeiron*. 1994. Vol. 27, № 4. P. 7–24.
- Lloyd G. E. R.* Early Greek Science: Thales to Aristotle. London: Chatto Windus, 1970.
- Lloyd G. E. R.* The Revolutions of Wisdom. Studies in the Claims and Practice of Ancient Greek Science. Berkeley: Univ. of California Press, 1989.
- Lloyd G. E. R., Sivin N.* The Way and the Word: Science and Medicine in Early China and Greece. New Haven; London: Yale Univ. Press, 2002.
- Lloyd G. E. R.* Ancient Worlds, Modern Reflections: Philosophical Perspectives on Greek and Chinese Science and Culture. Oxford: Clarendon Press, 2004.
- Martelli M.* The Four Books of Pseudo-Democritus. Maney Publishing, 2014.
- Merton R.* Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England // *Osiris*. 1938. Vol. 4. P. 360–632.
- Miller S.* The Moral Foundations of Social Institutions. Cambridge; New York: Cambridge Univ. Press, 2010.
- Netz R.* Classical Mathematics in the Classical Mediterranean // *Mediterranean Historical Review*. 1997. Vol. 12, № 2. 1–24.

Netz R. Greek Mathematics: A Group Picture // Science and Mathematics in Ancient Greek Culture / ed. by C. J. Tuplin, T. E. Rihll. Oxford; New York: Oxford Univ. Press, 2002. P. 196–216.

Niiniluoto I. Scientific Progress // The Stanford Encyclopedia of Philosophy / ed. by E. N. Zalta. 2015 URL: <http://plato.stanford.edu/archives/sum2015/entries/scientific-progress/>

Pedersen O. A Survey of the *Almagest*. New York: Springer, 2011.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, 2015 (<http://www.R-project.org>)

Rihll T. E. Introduction: Greek Science in Context // Science and Mathematics in Ancient Greek Culture / ed. by C. J. Tuplin, T. E. Rihll. Oxford; New York: Oxford Univ. Press, 2002. P. 1–21.

Robson E. Mathematics in Ancient Iraq: A Social History. Princeton: Princeton Univ. Press, 2008.

Sorokin P. Social and Cultural Dynamics. Vol. 2. New York: American Book, 1937.

Struik D. A Concise History of Mathematics. New York: Dover Pub., 1948.

Taub L. The Rehabilitation of Wretched Subjects // Early Science and Medicine. 1997. Vol. 2, № 1. P. 74–87.

Taylor F. Sh. The Origin of Greek Alchemy // Alchemy and Early Modern Chemistry: papers from *Ambix* / ed. by A. G. Debus. Jeremy Mills, 2004. P. 30–42.

Tolsa C. The ‘Ptolemy’ Epigram: A Scholion on the Preface of the *Syntaxis* // Greek, Roman, and Byzantine Studies. 2014. Vol. 54. № 4. P. 687–697.

A sociological analysis of ancient science: problems and perspectives

LEONID YA. ZHMUD

Dr. Sc. (Philosophy), principal scientific researcher
at the Institute for the History of Science and Technology of the RAS,
St Petersburg, Russia;
e-mail: L.Zhmud@spbu.ru

ALEXEI V. KOUPRIANOV

Docent, Dept. of Sociology, National Research University—Higher School of Economics
St Petersburg, Russia;
e-mail: alexei.kouprianov@gmail.com

This study is based on a dataset formed on the basis of the *Encyclopaedia of Ancient Natural Scientists* (London, 2008) with significant revisions and modifications. The selection criteria, problems of demarcation of the sciences (*mathēmata*) from natural philosophy (*physikē*) and practical arts (*technai*) are discussed. The dataset includes entries on 415 persons, pseudonymous and anonymous treatises associated with at least one of the six mathematical (or mathematized) disciplines: mathematics, astronomy, geography, harmonics, optics, and mechanics. Five phases of the population dynamics of the ancient science were discerned: the rapid growth phase (600–350 BC), first plateau at the level of 60–70 contemporaries (350–50 BC), decline (50 BC – 0), second plateau at the level of 25–40 contemporaries (0–500 AD), final decline (500–600 AD). The growth and decline phases are characterized by a concerted rise or decline of the most populated disciplines, while the plateaus are composed of fluctuations of the different disciplinary communities counterbalancing each other. Patterns of population dynamics of different disciplines are discussed separately.

Keywords: ancient Greek science, historical demography of scientific communities, historical scientometrics, quantitative history of science, historical sociology.