

**СТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА В «ГЕОГРАФИИ»  
ПТОЛЕМЕЯ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ СЛОЖНОСТИ  
ГЕОРЕФЕРЕНЦИРОВАНИЯ АНТИЧНЫХ ТОПОНИМОВ**

Д. А. ЩЕГЛОВ  
Санкт-Петербургский филиал  
Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова  
shcheglov@yandex.ru

---

DMITRY A. SHCHEGLOV

Saint Petersburg Branch of the S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology

THE STRUCTURE OF SPACE IN PTOLEMY'S *GEOGRAPHY*: METHODOLOGICAL CHALLENGES  
IN GEOREFERENCING ANCIENT TOPONYMS

ABSTRACT. In this paper I would like to draw attention to several features inherent to Ptolemy's *Geography* that limit the effectiveness of different mathematical approaches to georeferencing (i.e. locating within the modern coordinate system) its unidentified places. Out of the 6,300 coordinate points listed in Ptolemy's *Geography*, approximately 50% still don't have recognized identifications on the modern map. This makes the *Geography* a real bonanza for researchers developing different methods to translate Ptolemy's coordinates into the modern ones. Most of these methods can be effective only insofar as Ptolemy's *Geography* is regarded as an example of what David Woodward called "equipollent-coordinate space" where "every place in the system is of equal geometric significance." This kind of space is supposed to be as continuous and homogeneous as the space of the modern maps is. My central thesis is that Ptolemy's space was closer to what Woodward has called "route-enhancing space," in which "the routes are endowed with the importance of direct observation," hiding behind the mask of the "equipollent" one. This hidden nature of Ptolemy's space manifests itself in two interrelated aspects: it was discrete and hierarchically organized. On the one hand, there are reasons to suppose that most points on Ptolemy's map were originally located not in relation to their nearest neighbors, but rather in relation to a few distant reference points. On the other hand, Ptolemy tended to distribute all places more evenly throughout the entire space they occupy and to round their coordinates as much as possible. These features of Ptolemy's method result in that, even if he tried to follow his sources most closely, each separate point on his map could have been displaced relative to its original neighborhood. The displacements are often so significant and unpredictable that they cannot be adequately described by a single continuous function. Mathematical methods remain, of course,

an important tool for studying Ptolemy's *Geography* and, in particular, for georeferencing its unidentified places. However, like any instrument, these methods have limited effectiveness. The specific features of Ptolemy's method pointed out in the present paper can contribute to our understanding of how these methods can be improved and enhanced.

KEYWORDS: ancient geography, ancient cartography, Claudius Ptolemy, Ptolemy's *Geography*, Ptolemy's map, periploi, Periplus of the Pontus Euxinus, Pseudo-Arrian, Stadiasmus of the Great Sea, Roman itineraries, Antonine Itinerary, cartometric methods.

\* Работа выполнена в рамках исследования по гранту РФФИ № 18-011-00258 «Разработка методов сравнительного анализа картографических памятников прошлого (античность, исламский мир, средневековый Китай, Европа Нового времени)». Особую благодарность я хочу выразить И.С. Шепелёвой за помощь в работе с Excel.

---

### 1. Охотники за городами

Найти затерянный город, а говоря точнее, локализовать на современной карте древние топонимы, ранее не поддававшиеся идентификации – один из самых редких и потому желанных результатов для историка географии. «География» Птолемея в этом отношении – это настоящий Клондайк для исследователя: из приблизительно 6300 топонимов, координаты которых указывает Птолемей, не менее 50% всё ещё не имеют признанных идентификаций.<sup>1</sup> Чтобы определить положение этих пунктов на современной карте, исследователи используют различные методы трансформации координат Птолемея в современные координаты. Показательно, что посвящённая этой проблеме статья Дэниела Минца так и называется: «The Hunt for the Lost Cities of Ptolemy».<sup>2</sup>

Поскольку о том, каким способом Птолемей вычислял координаты для своей «Географии», не известно почти ничего, у нас также нет и простых ясных критериев для оценки того, какие из возможных подходов к анализу его сведений достаточно релевантны, а какие нет. В этом отношении «География» оказывается сродни самой физической реальности: исследователь вынужден здесь продвигаться так же – на ощупь, зигзагами и спотыкаясь. Это делает «Географию» своеобразным полигоном для выработки и проверки конкурирующих методов анализа картографических памятников прошлого.

В основе большинства предлагаемых методов по переносу данных Птолемея на современную карту лежит общий принцип: опираясь на координа-

---

<sup>1</sup> Если судить по электронной базе данных, приложенной к новейшему изданию «Географии»: Stückelberger, Graßhoff 2006. Более подробную статистику по Британии, Испании и Италии см. Mintz 2011, 210.

<sup>2</sup> Mintz 2009.

ты надёжно локализуемых топонимов, исследователи пытаются построить математическую модель того, как карта Птолемея искажает географическое пространство, с тем, чтобы на этой основе определить положение ещё не локализованных пунктов.<sup>3</sup> Методы различаются степенью сложности. Наиболее простыми являются различные варианты аффинного<sup>4</sup> или же квадратического полиномиального<sup>5</sup> преобразования координат Птолемея с тем, чтобы, используя метод наименьших квадратов, привести их к максимальному соответствию современным координатам надёжно идентифицируемых пунктов. Более сложный «метод наибольших групп» (*maximum subsamples*), разработанный группой исследователей Берлинского технического университета, предполагает, что из общего числа рассматриваемых координатных точек путём перебора возможных вариантов выделяются наибольшие по числу точек группы, которые описываются максимально схожими параметрами искажения относительно соответствующих им современных координат.<sup>6</sup> При этом рассматриваются только четыре аффинных параметра преобразования координат Птолемея: сдвиг и растяжение/сжатие по двум осям.

На ином принципе основаны методы триангуляция и флокинга, которые определяют положение искомого пункта через некое усреднённое значение отклонения Птолемеевых координат трёх ближайших к нему идентифицированных пунктов от соответствующих им современных координат.<sup>7</sup> При триангуляции положение искомого пункта рассчитывается таким образом, чтобы при этом сохранить существующее на карте Птолемея соотношение

---

<sup>3</sup> Manoledakis, Livieratos 2007; Livieratos, Tsorlini, Boutoura, Manoledakis 2008; Tornadijo Rodríguez 2008a; Tornadijo Rodríguez 2008b; Darcy, Flynn 2008; Mintz 2009; Filatova, Gusev, Stafeyev 2009; Kleineberg, Marx, Knobloch, Lelgemann 2010; Mintz 2011; Brychtová, Tsorlini 2011; Marx 2012; Abshire, Gusev, Papapanagiotou, Stafeyev 2016.

<sup>4</sup> Аффинные преобразования могут также называться полиномиальными первого порядка. Обычно для анализа данных Птолемея задействуются только два типа аффинных преобразований: сдвиг (или трансляция) и растяжение/сжатие (или масштабирование); см. Filatova, Gusev, Stafeyev 2009; Darcy, Flynn 2008; Tsotsos, Savvaidis 2003; Mintz 2011, 3, 9; Garrett 2016; реже, но всё же используется ещё и поворот: Hughes, Post 2016, 148–153.

<sup>5</sup> Иначе называемое полиномиальным преобразованием второго порядка; см. Tsorlini 2009.

<sup>6</sup> Marx, Neitzel 2007; Kleineberg, Marx, Knobloch, Lelgemann 2010; Kleineberg, Marx, Lelgemann, 2012; Marx 2012; Marx, Kleineberg 2012.

<sup>7</sup> Эбшир, Гусев, Папапанагиоту, Стафеев 2015; Abshire, Gusev, Papapanagiotou, Stafeyev 2016a; Abshire, Gusev, Papapanagiotou, Stafeyev 2016b; Abshire, Durham, Gusev, Stafeyev 2017.

между площадью заключающего в себе этот пункт треугольника, образуемого тремя ближайшими идентифицированными пунктами, и площадями каждого из трёх треугольников, вершинами которых служат искомый пункт и два из трёх ближайших идентифицированных пункта. Алгоритм флокинга находит вектор трансформации Птолемея координат рассматриваемого пункта в координаты современной карты как средневзвешенное значение аналогичных векторов трансформации координат ближайших к нему идентифицированных пунктов.

При всех различиях, общим для перечисленных методов остаётся то, они могут быть эффективны только в той степени, в какой пространство карты Птолемея может считаться таким же непрерывным и однородным, каким является реальное географическое пространство или пространство современной карты. Применяя эти методы к карте Птолемея, исследователи склонны, вслед за Дэвидом Вудвордом, рассматривать её как пример одного из трёх выделенных им основных типов организации картографического пространства, а именно – как «равноценное координатное пространство» (equipollent-coordinate space), в котором «каждое место в системе обладает равным геометрическим значением» (“every place in the system is of equal geometric significance”).<sup>8</sup> Другие два типа пространства по Вудворду – «выделяющее пути» (route-enhancing) и «выделяющее центр» (centre-enhancing), характерными примерами которых служат средневековые карты портолана и круглые карты *mappe mundi* TO типа, соответственно.

В данной статье я хочу обратить внимание на ряд ранее не учитывавшихся в должной мере особенностей строения пространства в «Географии» Птолемея, связанных как с характером его источников, так и с его методами работы с ними, которые подрывают представление о его карте, как о примере «равноценного координатного пространства» в терминологии Д. Вудворда, и тем самым серьёзно ограничивают применимость описанных математических методов к задаче локализации координатных точек Птолемея на современной карте.

## 2. Источники «Географии» Птолемея

«География» Птолемея – первая работа, в которой вся информация о расположении пунктов задавалась в форме сферических координат, и в этом отношении она знаменует собой начало новой эпохи в развитии картографии. Координаты, как отмечает сам Птолемей (1.4), должны были в идеале опираться на астрономические измерения широты и долготы. Однако Птолемей тут же сам добавляет (1.4.2), и исследователи единодушно с ним со-

---

<sup>8</sup> Woodward 1990, 119–120.

глашаются, что только самая малая доля приводимых им координат имела под собой реальные измерения широты, и только отдельные координаты – измерения долготы. Большая же их часть должна была опираться на сведения о расстояниях и направлениях по сторонам света, которые служили основным способом описания положения в пространстве в географической литературе предшествующей Птолемею эпохи.<sup>9</sup>

Об источниках Птолемея не известно почти ничего.<sup>10</sup> Остаётся лишь исходить из того, что он мог использовать всё, что вообще имелось в распоряжении античного географа и о чём мы имеем представление благодаря другим дошедшим источникам. В этот ряд можно включить: труды географов математического направления (подобных Эратосфену, Гиппарху и Марину Тирскому), работы географов литературно-описательного направления (наподобие Страбона, Помпония Мелы или Плиния), сведения о морских и сухопутных маршрутах (о которых речь пойдёт ниже), документы с административно-территориальными списками, некие карты, которые в свою очередь тоже должны были опираться на описания путей, и т.д.<sup>11</sup>

Из всего перечисленного основополагающими для античности формами описания географического пространства можно считать две: перипл и итинерарий – для описания морских и сухопутных путей, соответственно. Некоторые исследователи склонны даже говорить о преобладании в античности особой «геодологической» модели описания пространства – линейной и одномерной.<sup>12</sup> Пространство она описывала не как непрерывную однородную поверхность, но как дискретную сеть из узлов и соединений между ними. Пользуясь терминологией Д. Вудворда, такое пространство называется “route-enhancing space,” в котором «значением прямого наблюдения наделялись дороги» (“the routes are endowed with the importance of direct observation”).<sup>13</sup>

Разумно предположить, что именно периплы задавали у Птолемея общие очертания береговой линии, тогда как итинерарии определяли относитель-

---

<sup>9</sup> Schwartz 1893, 265–266, 273; Cuntz 1923, 110; Knapp 1996, 30–35; Mintz 2011, XXI; Graßhoff, Rinner, Mittenhuber, 2017; Arnaud 2017; ср. попытку обосновать широкое использование Птолемеём астрономических измерений широт: Santoro 2017.

<sup>10</sup> Вопросы, связанные с Марином Тирским, главным источником Птолемея, подробно рассматривались нами в других публикациях и поэтому сейчас полностью выносятся за скобки; см., например, Щеглов 2014.

<sup>11</sup> Схожее определение возможных источников Птолемея см., например: Graßhoff, Rinner, Mittenhuber 2017, 493–494; Defaux 2017, 177–210.

<sup>12</sup> Janni 1984; Brodersen 1995, 54–65, 165–171, 191–194; Gehrke 2015, 80.

<sup>13</sup> Woodward 1990, 119–120.

ное расположение пунктов во внутренних областях материка. Иными словами, несмотря на то, что по своей форме «География» Птолемея стала первой в истории полностью «цифровой» картой, по сути, она во многом оставалась коллажем из традиционных периплов и итинерариев, представленных в новом облике. В какой мере и каким образом Птолемей использовал данные периплов и итинерариев, можно определить только через сопоставление «Географии» с известными нам периплами и итинерариями.

### 3. «Отнять и поделить» как Птолемеевский принцип работы с данными

Такое сопоставление «Географии» с данными периплов, а также источников, предположительно опирающихся на недошедшие периплы, проводилось мною в ряде предшествующих публикаций и дало отчётливо двоякий результат.<sup>14</sup> С одной стороны, для суммарной протяжённости побережий крупных регионов (начиная от 10000 стадиев<sup>15</sup>) данные Птолемея и периплов согласуются с высокой точностью: расхождения составляют здесь в большинстве случаев всего от +4 до -2% от значений, указанных в периплах.<sup>16</sup> С другой же стороны, по отдельным коротким отрезкам, из которых складываются суммарные значения, данные Птолемея и периплов почти всегда сильно расходятся (Рис. 1 и 2). Объяснение того, как и почему эти расхождения компенсируют друг друга столь точно, что по мере увеличения сравниваемых расстояний они почти полностью сходят на нет, имело бы принципиальное значение для понимания внутреннего строения карты Птолемея и его метода работы как картографа.

Отчасти прояснить механизм этого превращения можно, если проследить, как расхождения между данными Птолемея и периплов о суммарной длине побережий варьируются в зависимости от длины отдельных коротких отрезков, из которых они складываются. Построить такую зависимость нам позволяют два источника: анонимный «Стадиасм Великого моря» (в основе своей восходящий к I в. н.э.) и «Перипл Понта Эвксинского» Псевдо-Арриана (IV в. н.э.). Общая протяжённость побережий Африки от Александрии до Утики в «Стадиасме» (17304 стадия) и Чёрного моря в «Перипле» (23337,5)<sup>17</sup> и хорошо согласуется с данными Птолемея (17042 и 23661).<sup>18</sup> Топо-

<sup>14</sup> Щеглов 2016a; Щеглов 2016b; Shcheglov 2018; Щеглов 2018.

<sup>15</sup> Длина обычного стадия принимается за 185 м или 1/8 римской мили.

<sup>16</sup> Щеглов 2016a, 686, Рис. 9; Shcheglov 2018, 16, Fig. 4.

<sup>17</sup> Сумма всех отдельных отрезков. В самом «Перипле» приводится иное суммарное значение.

нимика этих побережий у Птолемея перекрывается с данными «Стадиасма» на 80% и с данными «Перипла» на 63%. Всё это означает, что с большой вероятностью Птолемей опирался на источники родственные «Стадиасму» и «Периплу». Сопоставление с Птолемеем позволяет разбить данные «Стадиасма» о средиземноморском побережье Африки и Псевдо-Арриана о побережье Чёрного моря на, соответственно, 84 и 76 отрезков между пунктами, которые присутствуют в обоих сравниваемых источниках. Рисунки 1 и 2 показывают, насколько данные Птолемея о длине каждого отдельного отрезка отклоняются от соответствующих значений в «Стадиасме» и в «Перипле» в абсолютном и в процентном выражении (ось ординат) в зависимости от длины каждого из этих отрезков в «Стадиасме» и в «Перипле» (ось абсцисс).

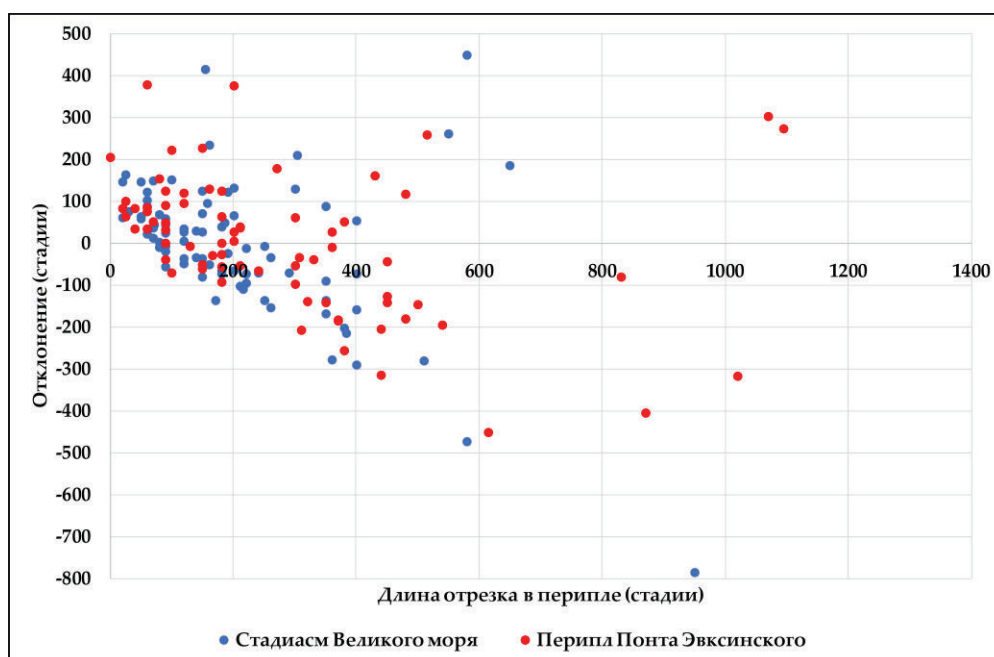


Рисунок 1. Отклонение данных Птолемея о длине отдельных отрезков побережья от соответствующих данных «Стадиасма Великого моря» и «Перипла Понта Эвксинского» Псевдо-Арриана, выраженное в стадиях.

<sup>18</sup> Щеглов 2018, 20–21; для Понта Эвксинского в ранних работах указывались несколько иные цифры: Щеглов 2016b, 315, 318; Shcheglov 2018, 14.



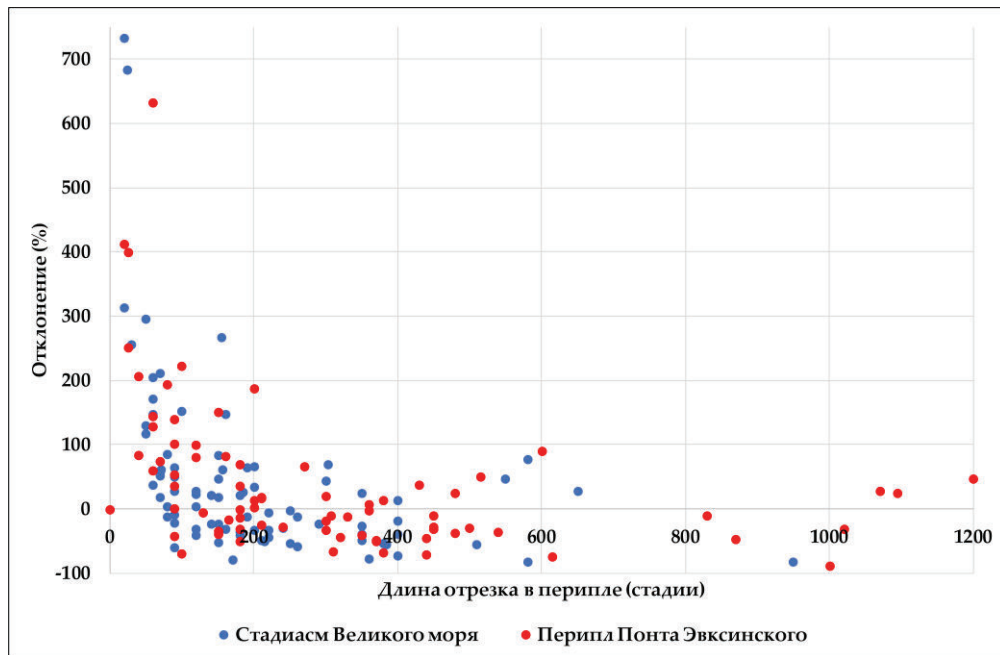


Рисунок 2. Отклонение данных Птолемея о длине отдельных отрезков побережья от соответствующих данных «Перипла Понта Эвксинского» Псевдо-Арриана и «Стадиасма Великого моря», выраженное в процентах от значений в «Перипле» и «Стадиасме».

Оба рисунка демонстрируют, что для любых длин отрезков расхождения между данными Птолемея и периплов слишком велики и непредсказуемы, чтобы можно было предполагать между ними какую-либо однозначную взаимосвязь. Однако, если мы аналогичным образом рассмотрим, как в зависимости от возрастания длины отдельных коротких отрезков в периплах (ось абсцисс) изменяется отклонение суммы отрезков у Птолемея от суммы соответствующих отрезков в периплах в диапазоне от нуля и до рассматриваемого значения на оси ординат, взаимосвязь между ними окажется намного более отчётливой (Рис. 3).

Рисунок 3 показывает результаты такого сравнения по данным «Стадиасма» и «Перипла». В обоих случаях бросается в глаза, что сначала, за счёт наиболее коротких отрезков суммарная протяжённость побережья у Птолемея устойчиво возрастает относительно значений периплов, а потом, после небольшого «плато», на более длинных отрезках она почти так же неуклонно сокращается, пока расхождение между данными Птолемея и периплов почти не сходит на нет. Любопытно, что так же в обоих случаях «плато» возникает почти в точности на интервале между медианным и простым средним значениями длин отрезков. Так, в случае с «Периплом» «плато» лежит чётко между 200 и 300 стадиями, а средняя длина отрезков со-



ставляет 200 и 213 для медианного и 317 и 322 для среднеарифметического значений в «Перипле» и у Птолемея, соответственно. В случае со «Стадиасмом» «плато» лежит между 160 и 200 стадиями, а медианная средняя и среднеарифметическая длина отрезка составляет 160 и 154, 207 и 204 стадиев в «Стадиасме» и у Птолемея, соответственно. Говоря проще, расхождения между данными Птолемея и двух периплов об отдельных коротких отрезках обусловлены в значительной мере тем, что Птолемей был склонен усреднять их длину: растягивать более короткие отрезки и пропорционально сокращать более длинные. То, что самые длинные отрезки не вполне вписываются в этот паттерн, связано, вероятно, с тем, что они вынужденным образом объединяют в себе много «атомарных» отрезков между пунктами, некоторые из которых отсутствуют в одном из источников, что не позволяет сопоставлять эти отрезки по отдельности.

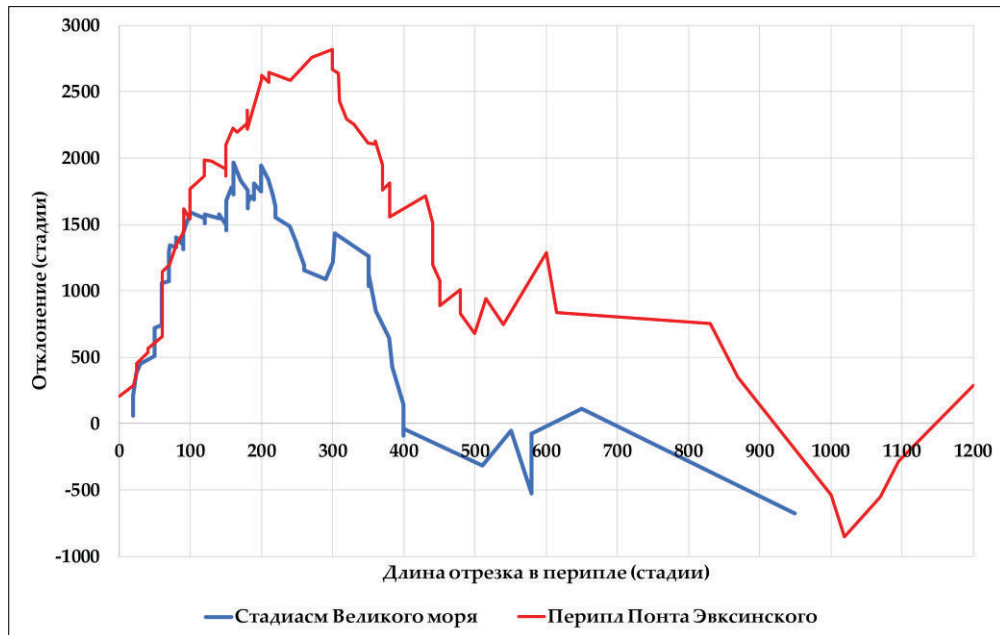


Рисунок 3. Отклонение значений сумм отдельных отрезков побережья у Птолемея от сумм соответствующих отрезков в «Стадиасме Великого моря» и в «Перипле Понта Эвксинского» Псевдо-Арриана (ось ординат) в зависимости от длины суммируемых отрезков (ось абсцисс) в «Стадиасме» и «Перипле».

Для темы данной статьи сделанное наблюдение означает, что смещение тех или иных пунктов у Птолемея в сравнении с данными его предполагаемых источников могло быть обусловлено не отдельными намеренными или нечаянными искажениями, но общей особенностью его метода работы: его

склонностью распределять пункты по занимаемому ими пространству более равномерно.<sup>19</sup>

Конечно, одно только усреднение длин отрезков не объясняет всех различий между данными Птолемея и периплов. Сравнение этих данных, проведённое в предшествующих публикациях, показывает, что у Птолемея большие участки побережья (т.е. состоящие из ряда отдельных «атомарных» отрезков) оказываются последовательно сжаты или растянуты относительно данных периплов.<sup>20</sup> Однако более важно то, что эти сжатия и растяжения не накапливаются, но при увеличении длины сравниваемых побережий они компенсируют друг друга таким образом, что в отношении расстояний между наиболее важными пунктами данные Птолемея и периплов согласуются на удивление точно. Так, например, для участка побережья Африки между Александрией и Береникой (Бенгази) данные Птолемея (6331 стадий) отклоняются от «Стадиасма» (6251) всего на 1,3% (в версии Э); для участка побережья Понта Эвксинского между святилищем Зевса Урия (у Птолемея ему соответствует святилище Артемиды близ устья пролива Босфор) и устьем Фасиса (Риони, считавшимся самой восточной точкой Чёрного моря) данные Птолемея (8564 стадия) отклоняются от «Перипла» (8512) всего на 0,6%.

Наиболее простая рабочая гипотеза, объясняющая эту ситуацию, состоит в том, что карта Птолемея строилась, скорее всего, не от частного к общему, когда отдельные пункты наносились последовательно один за другим подобно тому, как бусы нанизываются на нить, но от общего к частному, когда сначала определялось положение наиболее важных опорных пунктов и задавались общие контуры, а уже затем и с меньшей аккуратностью на эти контуры помещались менее важные топонимы. Иными словами, при построении карты большинство пунктов на побережье были связаны не со своим ближайшим окружением, но, прежде всего, с небольшим числом наиболее важных опорных пунктов, лежащих на удалении. Ещё более отчётливо такое иерархическое строение карты Птолемея проявляется при сопоставлении с параллельными данными римских итинерариев, о чём речь пойдёт ниже.

#### 4. «География» Птолемея как *itinerarium pictum*

Парадоксальным образом карта Птолемея, которая, как уже отмечалось выше, по идее должна была опираться, в том числе, на сведения римских «до-

<sup>19</sup> Дефо также отмечает, что Птолемей часто располагает пункты побережья через равные промежутки, игнорируя неравномерности в их реальном расположении: Defaux 2017, 335, Fig. 66, 351–353.

<sup>20</sup> Щеглов 2016b; Щеглов 2018.

рожников», не показывает ни одной дороги, что сильно усложняет анализ её данных. Некоторые дороги отчётливо прочитываются в самом расположении пунктов на карте.<sup>21</sup> В других же случаях сопоставление карты Птолемея с известными итинерариями выявляет ещё одну её особенность: нанесённые на карту, дороги то и дело выписывают резкие зигзаги и петли, которые едва ли могли возникнуть, если бы её составитель имел хотя бы самое приблизительное представление о последовательности расположения пунктов, связанных одной дорогой. Примером может служить дорога из Астурики Аугусты в Итуриссу, описанная в Итинерарии Антонина (453.6–455.6)<sup>22</sup>. Достаточно визуально сравнить её конфигурацию на современной карте (рис. 4) и на карте Птолемея (рис. 5), учтя притом, что в Итинерарии её общая протяжённость составляла 285 миль, тогда как у Птолемея те же пункты, соединённые в той же последовательности, дают расстояние в 750 миль.

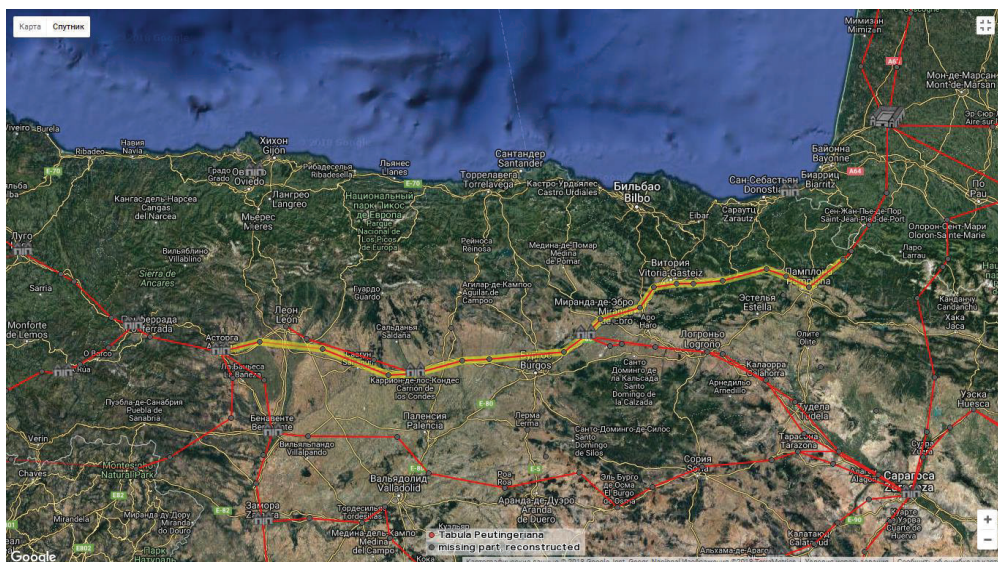


Рисунок 4. Дорога из Астурики Аугусты в Итуриссу на современной карте (по данным сайта [omnesviae.org](http://omnesviae.org)).

<sup>21</sup> Например: знаменитая *via Aemilia* в Италии (Polaschek 1965, 759–760; Dilke 1987, 195–196; Knapp 1996, 33), торговые пути в Германии (Reichert 2003, 592) и Аравии (Бухарин 2009, 135–136).

<sup>22</sup> Дорога D7 в обозначениях, принятых Лёбергом: Löhberg 2006, 324–325.



расстояний между любыми возможными парами пунктов, упомянутых в нем. Впервые этот подход был апробирован Хавьером Уруэния Алонсо (Urueña Alonso 2014).

Итинерарий Антонина описывает дорогу из Астурики Аугусты в Итуриссу следующим образом (цифры указывают расстояния в милях): Asturica – 16 – Vallata – 13 – Interamnio – 14 – Pallantia – 31 – Viminacio – 15 – Lacobrigam – 15 – Legisamone – 15 – Teobrigula – 21 – Tritium – 11 – Virovesca – 12 – Vindeleia – 14 – Deobriga – 15 – Beleia – 7 – Suessatio – 7 – Tullonio – 12 – Alba – 21 – Aracaeli – 16 – Alantone – 8 – Pompelone – 22 – Turisso. У Птолемея этому ряду соответствуют следующие данные (таблица 1):

Название	Координаты		Расстояние от предыдущего пункта в милях	
	долгота	широта		
Asturica	9,5°	44°	У Птолемея	В Итинерарии
Interamnium	11°	44,5833°	76	29
Palantia	10,5°	42,5°	132	14
Viminacium	11°	43,5°	67	31
Lacobriga	10,6667°	43,3333°	18	15
Segisamo	12°	43,1667°	62	15
Deobrigula	11,8333°	43,4167°	17	15
Tritium Tuboricum	13,6667°	43,1667°	85	21
Virovesca	12,5°	43,5°	57	11
Vindeleia	12,6667°	43,25°	17	12
Deobriga	13,25°	43,5°	31	14
Veleia	13,9167°	43,3333°	32	15
Suestatium	13,6667°	44°	43	7
Tullonium	13,8333°	43,5°	32	7
Alba	14,5833°	43,5°	34	12
Pompaelo	15°	43,75°	25	45
Iturissa	15,4167°	43,9167°	22	22

Таблица 1. Сравнение данных Птолемея и Итинерария Антонина о расстояниях между пунктами вдоль дороги Астурика Аугуста – Итурисса.

Показательно, что, за парой исключений, отдельные расстояния между пунктами у Птолемея и в нем в таблице 1 не согласуются ни в малейшей степени. Однако, если мы, полагаясь на эти же данные, построим матрицу для всех возможных комбинаций расстояний между всеми парами пунктов и определим, насколько в каждом случае данные Птолемея отличаются в процентном отношении от значений Итинерария, картина получится иной. Результаты этого сравнения представлены в таблице 2.

Таблица 2 (ниже) показывает, что в 26 из 136 случаев отклонение значений Птолемея от данных Итинерария составляет менее, чем 5%, в 18 случаях – от 5 до 10%, и ещё в 18 случаях – от 10 до 15%. Это позволяет предполагать, что расположение пунктов в рассматриваемой области карты опиралось, вероятно, на данные о расстояниях схожие с теми, что даёт Итинерарий Антонина, хотя мы и не имеем возможности установить точно, расстояния между какими именно пунктами были на самом деле взяты за основу.

Для темы данной статьи всё изложенное выше означает, что карта Птолемея имела сложное иерархическое строение, при котором координаты большинства пунктов определялись, скорее всего, не относительно своего ближайшего окружения, но относительно небольшого числа наиболее важных опорных точек. При этом, даже если относительно опорной точки положение каждого отдельного пункта было определено верно, относительно своего ближайшего окружения оно могло сместиться непредсказуемым образом.

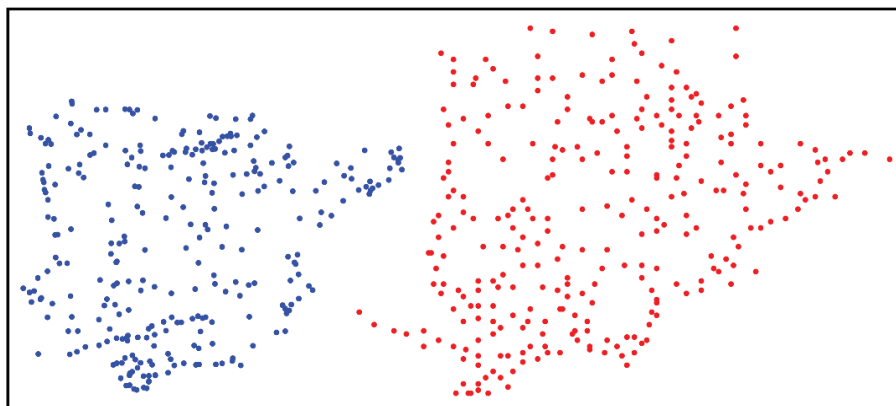


Рисунок 6. Распределение идентичных пунктов Пиренейского полуострова на современной карте (слева) и в «Географии» Птолемея (справа) в едином масштабе в проекции, использовавшейся Марином Тирским, чью работу Птолемей взял за основу.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> В современных терминах это равнопромежуточная цилиндрическая проекция, в которой меридианы и параллели изображаются перпендикулярными друг другу прямыми, причём интервалы между меридианами составляют 4/5 от интервалов между параллелями.



	Intera mio	Palla tia	Vimin acio	Lacob rigam	Legisa mone	Teobr igula	Tritu m	Vinov esca	Vinde leia	Deobr iga	Beleia	Suess atio	Tillo mio	Alba	Pomr elone	Turi sso
Astutisa	163,3	142,4	0,8	-24,5	19,8	-6,3	39,8	-8	-7,5	-2,7	6,2	-5,9	-3,8	6,2	-5,6	-6,6
Interamio	0	844	50,5	32,6	32,5	-8,9	344	-21,7	-16,3	-17,8	-6,3	-26,6	-18,5	-7,6	-20,2	-21,1
Pallantia		0	144,7	14,4	31,8	10,1	55,7	2,5	-8,5	4,8	10,6	10,2	1	12,5	-0,2	-0,5
Viminacio			0	22,5	66,7	-15,2	86,4	-11,7	-13,1	-1	12,6	-0,5	-2,7	12,8	-3,9	-4,6
Lacobrigam				0	310,6	77,5	168,5	35,3	23,1	33,8	43,4	29	23,2	38,1	13,8	11,2
Legisamone					0	15,8	ш	-34,4	-47,8	-17,1	-0,1	-3,5	-15,8	4,6	-11,4	-10,7
Teobrigula						0	304,1	-41	-10,7	11,2	29,8	13,1	4,5	26,1	0,6	-0,6
Tritum							0	418	99,4	-23,9	-70,3	-11,7	-66,4	-40,3	-42,6	-36,5
Vinovescsa								0	44,7	30,8	58,9	27,6	9,9	41	1,9	0,2
Vindeleia									0	19,7	96,9	81	28,5	60,8	10,3	7,6
Deobriga										0	113,4	65,8	-8,8	47,4	-6,2	-6,2
Beleia											0	516,7	-20,8	23,1	-21,7	-17,2
Suessatio												0	359,2	172,9	-3	-8,3
Tillonio													0	183,3	-3,4	-3,6
Alba														0	-45,6	-31,7
Pomreloone															0	-21,4
Turisso																0

Таблица 2. Процентное отклонение данных Птолема о расстояниях между пунктов на дороге Апурия Аууста – Итурисса от значений, указанных для соответствующих расстояний в Итинерарии Антонина. Значения отклонений в пределах  $\pm 10\%$  выделены жирным шрифтом.



### 5. *Horror vacui* как организационный принцип карты Птолемея

Стремление к последовательному сглаживанию неравномерностей в распределении пунктов аналогичное тому, что отмечалось выше при сравнении «Географии» с данными периплов (раздел 2), проявляется и при сопоставлении с современной картой. Рассмотрим этот эффект на примере Пиренейского полуострова. Уже с первого взгляда заметно, что у Птолемея пункты располагаются более равномерно, чем их соответствия на современной карте (Рис. 6, выше). Оценить, насколько карта Птолемея искривляет (растягивает или сжимает) пространство в разных своих частях, позволяет метод, называемый «регрессия движущегося окна» (Moving Window Regression).<sup>25</sup> Его суть заключается в следующем: для каждой точки на исторической карте измеряются расстояния до всех остальных её точек, из которых выбирается определённое число ближайших к ней (число отобранных точек называется «шириной окна»), и точно так же измеряются аналогичные расстояния между соответствующими контрольными точками на современной карте. Затем для каждой пары соответствующих друг другу точек на исторической и на современной карте строится линейная регрессия в форме  $y = a * x + b$ , где  $y$  – это расстояние между двумя точками на исторической карте,  $x$  – соответствующее ему расстояние на современной карте. В результате для каждой точки на исторической карте мы получаем два параметра, описывающие сжатие/растяжение окружающего её пространства:  $a$  – коэффициент искривления в пределах сравниваемых областей,  $b$  – коэффициент искривления пространства ближе самой ближней из соседних точек. Такой метод позволяет оценить степень растяжения или сжатия пространства исторической карты в каждой отдельно взятой её части.

Используя этот метод, можно проанализировать, как степень сжатия/растяжения пространства (коэффициент  $a$  в приведённой выше формуле) вокруг каждой рассматриваемой точки карте Птолемея изменяется в зависимости от среднеарифметического расстояния между соответствующей контрольной точкой на современной карте и  $N$  ближайшими к ней точками в рассматриваемой области (я принимаю  $N = 10$ ). Результаты анализа представлены на рисунке 7.

---

<sup>25</sup> Lloyd 2011, 122–142.

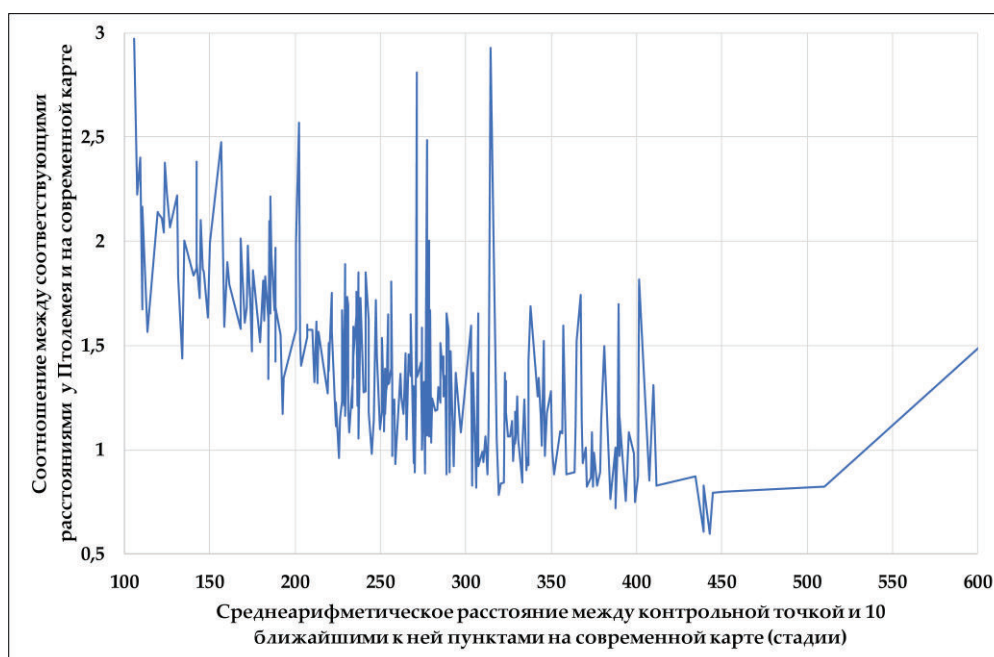


Рисунок 7. Степень сжатия/растяжения пространства вокруг каждого пункта Пиренейского полуострова в «Географии» Птолемея в зависимости от плотности расположения соответствующих контрольных пунктов на современной карте.

Отчётливо видна зависимость: у Птолемея растяжение пространства оказывается тем больше, чем меньше расстояние между соответствующими точками на современной карте. Образно говоря, карте Птолемея присущ некий *horror vacui*, в силу которого, даже если источники позволяли локализовать пункты правильно, они могли оказаться произвольно смещены только затем, чтобы сгладить неравномерности в заполнении пространства.

### 6. «Квантовая» картография Птолемея

Схожий эффект наблюдается и в том, как у Птолемея в зависимости от региона варьируется точность координат. Максимальная точность (в значении *precision*) координат у Птолемея составляет 5'. Иными словами, это означает, что он округлял все значения, по меньшей мере, в пределах  $\pm 2' 30''$ . Однако на деле такой точностью у Птолемея обладает совсем небольшой процент координат.<sup>26</sup> Давно замечено, что разные доли градуса встречаются в координатах Птолемея весьма неравномерно: чем меньше доля, тем реже она используется. Чаще всего встречаются значения в целых градусах или же с долей  $\frac{1}{2}^\circ$ , реже – с  $\frac{1}{3}^\circ$  или  $\frac{2}{3}^\circ$ , ещё реже – с  $\frac{1}{4}^\circ$  или  $\frac{3}{4}^\circ$ , а в исключительных случаях – с  $\frac{1}{6}^\circ$  или  $\frac{5}{6}^\circ$ . Надо полагать, это обусловлено

<sup>26</sup> Isaksen 2011, 262–264.

тем, что Птолемей стремился максимально округлять все значения, в большинстве случаев – как минимум, до ближайшей  $\frac{1}{6}^\circ$ . Кроме того, концентрация координат с малыми долями градуса и, соответственно, присущая им степень округления отчётливо зависит от региона: больше всего малых долей приходится на наиболее плотно заполненные области Средиземноморского «ядра» карты, тогда как по мере удаления от него пространство карты становится всё более разреженным, и всё большая доля координат выражается в целых градусах или крупных долях.<sup>27</sup>

Иными словами, пространство карты Птолемея было дискретным, но проявлялось это только в масштабе долей градуса. Образно говоря, карта имела низкое «разрешение», что не позволяло ей корректно отображать короткие расстояния и мелкие объекты (такие, как острова, полуострова, мысы, устья рек, заливы и проливы). Практически это означает, что Птолемей, нанося новый пункт на карту, мог произвольно сдвинуть его на величину, соответствующую средней точности координат в данной части карты, которая могла лежать в диапазоне от  $\frac{1}{12}^\circ$  до  $\frac{1}{2}^\circ$ .<sup>28</sup> При этом степень точности в той или иной области карты находилась в прямой зависимости от плотности расположения пунктов: чем меньше плотность, тем ниже точность и больше диапазон, в котором значения координат могли быть изменены.

### Заключение

Рассмотренные особенности строения пространства в «Географии» Птолемея оказываются таковы, что, даже если предположить, что он стремился следовать своим источникам максимально точно, каждый отдельный пункт мог оказаться смещён относительно своего ближайшего окружения, зачастую довольно сильно и непредсказуемым образом. В статье были отмечены четыре фактора, приводящие к подобным смещениям: (1) усреднение расстояний между пунктами относительно тех значений, которые сообщались в доступных Птолемею источниках; (2) грубое искажение взаимного расположения пунктов, которые в источниках не были связаны друг с другом напрямую; (3) *horror varui* – стремление расположить пункты более равно-

<sup>27</sup> Подробнее см. Marx 2011, 30–37.

<sup>28</sup> Для широты это соответствует величине от 42 до 250 стадиев или от 7,8 до 46,25 км (если 1 стадий = 185 м), а для долготы соответствует меньшим значениям в зависимости от косинуса широты. Маркс, рассчитывая среднее разрешение карты Птолемея для разных регионов, получает результаты, варьирующиеся от 16-17 км (крайние значения соответствуют долготе и широте) для Италии и прилегающих островов до 41-57 км для Индии по ту сторону Ганга (Индокитая) и Серики (территории современного Китая); см. Marx 2011, 37.

мерно с тем, чтобы заполнить пустоты на карте; (4) округление значений координат в диапазоне от  $1/12^\circ$  до  $1/2^\circ$  в зависимости от плотности их расположения в данной области карты. Всё это имело своим следствием такие картографические искажения, которые трудно описать единой непрерывной функцией. Особую сложность это создаёт при попытке локализовать на современной карте неизвестные пункты через анализ их ближайшего окружения на карте Птолемея, поскольку часто именно относительно своего ближайшего окружения положение пунктов у Птолемея оказывается искажено наиболее сильно.

#### БИБЛИОГРАФИЯ / REFERENCES

- Бухарин, М.Д. (2009) *Аравия, Восточная Африка и Средиземноморье: торговые и историко-культурные связи*. Москва.
- Щеглов, Д.А. (2014) «Предыстория географии Птолемея», *Аристей. Вестник классической филологии и античной истории* 10, 82–131.
- Щеглов, Д.А. (2016a) «Карта Птолемея и античные периплы», *СХОЛН (Schole)* 10.2, 672–698.
- Щеглов, Д.А. (2016b) «Понт Эвксинский на карте Птолемея: новое в топологии пространства», *Элита Боспора и Боспорская элитарная культура. Материалы международного Круглого стола (Санкт-Петербург, 22–25 ноября 2016 г.)*. Санкт-Петербург, 314–320.
- Щеглов, Д.А. (2018) «Средиземноморское побережье Африки в *Географии* Птолемея и в *Стадиасме Великого моря*», *СХОЛН (Schole)* 12.2, 15–41.
- Эбшир, К., Гусев, Д.А., Папапанагиоту, И., Стафеев, С.К. (2015) «Математический метод визуализации птолемеевой Индии в современных ГИС-инструментах», *XXX международная конференция по проблемам цивилизации*, г. Москва, 24 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://pervokarta.ru/ptol1.pdf> (дата обращения: 01.05.2018).
- Abshire, C., Gusev, D., Papapanagiotou, I., Stafeyev, S. (2016a) “A Mathematical Method for Visualizing Ptolemy’s India in Modern GIS Tools,” *e-Perimetron* 11.1, 13–34.
- Abshire, C., Gusev, D., Papapanagiotou, I., Stafeyev, S. (2016b) «Enhanced Mathematical Method for Visualizing Ptolemy’s Arabia in Modern GIS tools», *Proceedings of the nth conference “Digital approaches to cartographic heritage.” Riga, Latvia: International Cartographic Association*, 133–154.
- Abshire, C., Durham, A., Gusev, D.A., Stafeyev, S.K. (2017) «Ptolemy’s Britain and Ireland: A New Digital Reconstruction», *Proceedings of the 28th International Cartographic Conference. Washington*.
- Arnaud, P. (2017) “Le traitement cartographique de l’information périplographique et diaplographique par Ptolémée: quelques exemples,” *Geographia Antiqua* 26, 89–108.
- Brodersen, K. (1995) *Terra Cognita. Studien zur römischen Raumerfassung*. Hildesheim.

- Cronin, H.S. (1905) "Ptolemy's Map of Asia Minor: Method of Construction," *The Geographical Journal* 25.4, 429–441.
- Cuntz, O. (1923) *Die Geographie des Ptolemaeus, Galliae Germania Raetia Noricum Pannoniae Illyricum Italia. Handschriften, Text und Untersuchung*. Berlin.
- Darcy, R., Flynn, W. (2008) "Ptolemy's Map of Ireland: a Modern Decoding," *Irish Geography* 41.1, 49–69.
- Defaux, O. (2017) *The Iberian Peninsula in Ptolemy's Geography. Origins of the Coordinates and Textual History*. Berlin.
- Dilke, O.A.W. (1987) «The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy», J.B. Harley, D. Woodward, eds. *The History of Cartography*. Vol. 1: *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: 177–200.
- Filatova, L.M., Gusev, D.A., Stafeyev, S.K. (2009) "Ptolemy's West Africa Reconstructed. MA thesis, Central Connecticut State University," [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cs.ccsu.edu/~gusev/SciVis/PtolemyWestAfricaReconstructed.pdf> (дата обращения: 01.05.2018).
- Garrett, R.M. (2016) *The Geography of Britain – According to Ptolemy (The Search for Bullaeum)*. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.library.jbsheets.com/medieval/Ptolemy.doc> (дата обращения: 01.05.2018).
- Gehrke, H.-J. (2015) «The "Revolution" of Alexander the Great: Old and New in the World's View», S. Bianchetti, M. R. Cataudella, H.-J. Gehrke, eds. *Brill's Companion to Ancient Geography: the Inhabited World in Greek and Roman Tradition*. Leiden/Boston: 78–97.
- Graßhoff, G., Rinner, E., Mittenhuber, F. (2017) "Of Paths and Places: the Origin of Ptolemy's *Geography*," *Archive for History of Exact Sciences* 71.6, 483–508.
- Heß, J. (2013) "Die Themelios des Claudius Ptolemaios" [Электронный ресурс]. URL: <https://www.juergenheß.org/themen/die-themelios-des-ptolemaios-2013> (дата обращения: 01.05.2018).
- Heß, J. (2016) "Neue Hinweise auf die Kartenkonstruktion in der Geographie des Klaudios Ptolemaios," <https://www.juergenheß.org/themen/koordinatenermittlung-bei-ptolemaios-2016-1> (дата обращения: 01.05.2017).
- Hughes, C., Post, R. (2016) «A GIS Approach to Finding the Metropolis of Rhapta», Campbell, G. ed. *Early Exchange between Africa and the Wider Indian Ocean World. Palgrave Series in Indian Ocean World Studies*. Palgrave Macmillan, Cham: 135–155.
- Isaksen, L. (2011) "Lines, Damned Lines and Statistics: Unearthing Structure in Ptolemy's *Geographia*," *e-Perimtron* 6.4, 254–260.
- Kleineberg, A., Marx, C., Lelgemann, D. (2012) *Europa in der Geographie des Ptolemaios. Die Entschlüsselung des "Atlas der Oikumene": Zwischen Orkney, Gibraltar und den Dinariden*. Darmstadt.
- Livieratos, E., Tsorlini, A., Boutoura, Ch., Manoledakis, M. (2008) "Ptolemy's *Geographia* in Digits," *e-Perimtron* 3.1, 22–39.
- Lloyd, C.D. (2011) *Local models for spatial analysis*. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Rato.

- Löhberg, B. (2006) *Das „Itinerarium provinciarum Antonini Augusti“. Ein Straßenverzeichnis des Römischen Reiches, Überlieferung, Strecken, Kommentare, Karten.* 2 vols. Berlin.
- Manoledakis, M., Livieratos, E. (2007) “On the Digital Placement of Aegae, the First Capital of Ancient Macedonia, according to Ptolemy’s *Geographia*,” *e-Perimtron* 2.1, 31–41.
- Marx, C. (2011) “On the Precision of Ptolemy’s Geographic Coordinates in his *Geographike Hyphegesis*,” *History of Geo- and Space Sciences* 2, 29–37.
- Marx, C. (2012) “Rectification of the Ancient Geographic Coordinates in Ptolemy’s *Geographike Hyphegesis*,” *History of Geo- and Space Sciences* 3, 99–112.
- Marx, C., Kleineberg, A. (2012) *Die Geographie des Ptolemaios. Geographike Hyphegesis Buch 3: Europa zwischen Newa, Don und Mittelmeer.* Berlin.
- Marx, C., Neitzel, F. (2007) «Deformationsanalyse und regionale Anpassung eines historischen Geodatenbestandes», *Entwicklerforum Geoinformationstechnik 2007. Junge Wissenschaftler forschen.* Aachen: 243–255
- Mintz, D. (2009) “The Hunt for the Lost Cities of Ptolemy,” *BSHM Bulletin: Journal of the British Society for the History of Mathematics* 24.1, 1–11.
- Mintz, D. (2011) *Mathematics for History's Sake: A New Approach to Ptolemy's Geography.* Ph.D. diss., St. Andrews Univ.
- Polaschek, E. (1965) “Klaudios Ptolemaios. Das geographische Werk,” *Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft.* Suppl. 10. Stuttgart: 680–833.
- Reichert, H. (2003) «Ptolemaeus», *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 23. Berlin/New York: 567–597.
- Santoro, L. (2017) “A Statistical Approach to Latitude Measurements: Ptolemy's and Riccioli's Geographical Works as Case Studies,” *History of Geo- and Space Sciences* 8, 69–77.
- Schwartz, W. (1893) “Der Geograph Claudius Ptolemaeus,” *Rheinisches Museum für Philologie* 48, 258–274.
- Shcheglov, D.A. (2018) “The Length of Coastlines in Ptolemy’s *Geography* and in Ancient *Periploi*,” *History of Geo- and Space Sciences* 9, 9–24.
- Seabra Lopes, L. (1995–1997) “Itinerários da estrada Olisipo-Bracara: contributo para o estudo da Hispania de Ptolomeu,” *O Arqueólogo Português, Série IV*, 13/15, 313–346.
- Stückelberger, A., Graßhoff, G. eds. (2006) *Klaudios Ptolemaios: Handbuch der Geographie. Griechisch – Deutsch. Einleitung, Text und Übersetzung*, vols. 1–2, CD-Rom. Basel.
- Tornadijo Rodríguez, T.F. (2008a) “Confirmación de la posición de *Flavionavia* por igualación de áreas de triángulos esféricos,” *Investigaciones Geográficas* 47, 175–184.
- Tornadijo Rodríguez, T.F. (2008b) “Transformaciones de longitud y latitud para la Geografía de Ptolomeo. Cálculo de los núcleos Carpetanos,” *El Nuevo Miliario* 5, 46–59.



- Tsotsos, G.P., Savvaidis, P.D. (2003) "Identification of Unidentified Historical Sites in Macedonia with the Aid of a Comparison of Ptolemy's and Present-day Coordinates," *The Cartographic Journal* 40.3, 235–242.
- Urueña Alonso, J. (2014) "El método cartográfico de Ptolomeo: análisis del sistema de localización utilizado en la Geographia para la ubicación de las poblaciones del interior de la península Ibérica," *Palaeohispanica* 14, 153–185.
- Woodward, D. (1990) "Roger Bacon's Terrestrial Coordinate System," *Annals of the Association of American Geographers* 80.1, 109–122.

*Russian language sources transliterated:*

- Bukharin, M.D. (2009) *Aravija, Vostochnaja Afrika i Sredizemnomorje: torgovye i istoriko-kulturnye svyazi* [South Arabia, Mediterranean and East Africa: Trade and Cultural Relations]. Moscow (in Russian).
- Shcheglov, D.A. (2014) «Predystorija geografii Ptolemeja» [The prehistory of Ptolemy's geography], *Aristeas. Philologia Classica et Historia Antiqua* 10, 82–131 (in Russian).
- Shcheglov, D.A. (2016a) «Karta Ptolemeja i antichnye periply» [Ptolemy's map and ancient periploi], *ΣΧΟΛΗ (Schole)* 10.2, 672–698 (in Russian).
- Shcheglov, D.A. (2016b) «Pont Evksinskij na karte Ptolemeja: novoe v topologii prostranstva» [The Pontus Euxinus on Ptolemy's map: new in topology of space], *Elita Bospora i Bosporskaja elitarnaja kultura. Materialy mezhdunarodnogo Kruglogo stola* (Sankt-Peterburg, 22–25 nojabrja 2016 g.). St. Petersburg, 314–320 (in Russian).
- Shcheglov, D.A. (2018) «Sredizemnomorskoe poberezhje Afriki v «Geografii» Ptolemeja i v «Stadiasme Velikogo morja» [The Mediterranean coast of Africa in Ptolemy's Geography and in the Stadiasmus of the Great Sea], *ΣΧΟΛΗ (Schole)* 12.2, 15–41 (in Russian).
- Abshire, C., Gusev, D., Papapanagiotou, I., Stafeyev, S. (2015) «Matematicheskij metod vizualizatsii ptolemeevskoj Indii v sovremennykh GIS-instrumentakh» [A mathematical method for visualizing Ptolemy's India in modern GIS tools], XXX mezhdunarodnaja konferentsija po problemam tsivilizatsii, Moskva, 24 aprelja 2015 g. URL: <http://pervokarta.ru/ptol.pdf> (last access: 01.05.2018) (in Russian).