

Вопросы фиксации наблюдений и центрографический метод

I

Вопросы фиксации и обработки наблюдений начинают занимать в ряде научных дисциплин все более видное место. Любая научная отрасль (включая и так называемые абстрактные науки) базируется в той или иной мере на ведении определенных наблюдений (в широком смысле этого слова), и вопросы наблюдений, главным образом, вопросы их организации и фиксации пронизывают, естественно, все науки. В ряде наук, в частности, в группе научных отраслей, объединяемых понятием социальной инженерии, вопросы наблюдений становятся вопросами основного рабочего метода.

Большой опыт отдельных наук (социально-экономических, организационных, геофизики и друг.) в области ведения наблюдений почти не выходит за рамки данной науки и остается локализованным. До сих пор нет сколько-нибудь законченной и единой методики и методологии организации и фиксации наблюдений. Достижения в этой области одной науки, в силу сказанного, не используются или используются в недостаточной степени другими научными отраслями. Это явление — при возрастающем значении методики ведения наблюдений — уже становится тормозом для дальнейшего ее развития. Вопросы организации и фиксации наблюдений явно перерастают отведенное им место подсобного метода в каждой из наук. На наших глазах зарождается самостоятельная научная дисциплина с объектом изучения всех вопросов методики наблюдений.

По общей классификационной схеме методика организации и фиксации наблюдений должна быть отнесена к наукам организационным или к группе наук, объединяемых социальной инженерией. Именно, в силу особой близости вопросов, связанных с ведением наблюдений, с организационной наукой, роль организаторов (в том числе и плановиков-экономистов) в разработке методики организации и фиксации наблюдений особенно ответственна. Внимание организаторов к этим вопросам должно быть привлечено, как к одной из ответственных и сложных задач.

Вся цепь наблюдения может быть разделена: на организацию наблюдения, его ведение, фиксацию данных наблюде-

ния и обобщение результатов. Все эти элементы обязательны в каждом наблюдении. В своем конкретном содержании они варьируются в зависимости от объекта своего наблюдения (изучение прохождения распоряжений, анализ товарной оборачиваемости, перепись населения, изучение распределения осадков и т. п.). Вопросы условий наблюдения, конкретизация обстановки, установление количественной повторяемости явления необходимой и достаточной для данного типа наблюдений, вариантность наблюдения и т. д. — все это в каждом отдельном случае в своем содержании будет различно, но методика и способы организации и фиксации наблюдения будут в значительной степени общими для всех наук. Наиболее зависимо от самого явления будет ведение наблюдения, но вопросы его организации и, особенно, вопросы его фиксации остаются общими для всех видов явлений, и, именно, эти последние вопросы ложатся в основу нарождающейся научной дисциплины.

II

Из всей цепи элементов наблюдения вопросы фиксации занимают узловое место. Если ведение наблюдения сводится к изучению явления в его реальной и конкретной среде (правильно организованный опыт и лабораторное изучение также сохраняют реальность и конкретность явления), то фиксация наблюдения призвана продолжить явление вне его конкретной обстановки.¹

Продолжить явление вне его конкретной обстановки значит так зафиксировать его, чтобы в каком-то условном масштабе и в переносном, относительном смысле охарактеризовать явление, отобразить основные тенденции его функционирования (для динамических явлений), дать ему возможность продолжать свое условно-реальное существование оторванно от конкретной реальности. Здесь надо искать такие эквиваленты, которые дали бы возможность сохранить всю специфичность явления, а подчас и полную его конкретность, уплотнив одновременно всю сумму восприятия явления до полной аналитической обозримости (запись, таблограмма, график, картограмма, центрограмма и т. п.). В качестве основных орудий такой фиксации мы имеем методы осреднения и уплотнения материалов, масштабы, коэффициенты и показатели.

Продукция нашего наблюдения, весь собранный материал не может дать полного и исчерпывающего представления о явлении. Лишь в рамках необходимости для нашей цели изучения или сохранения фиксации явления² мы переносим в свой материал все основ-

¹ Описание обстановки есть момент фиксации наблюдения и служит лишь дополнительной характеристикой фиксированного материала.

² Установление точных рамок поставленной цели составляет существенную часть организации наблюдения.

ные характеристики. Естественно, что в таких случаях всякая замена большого ряда данных небольшим количеством отношений, несколькими характеристиками, значительно облегчает как фиксацию, так и обобщение.

Значительная часть методики фиксации наблюдения должна лежать в установлении способов и возможностей этой замены абсолютных величин и точных размеров явления уплотненными и осредненными характеристиками. Значение уплотнения и осреднения материала чрезвычайно велико: оно совмещает точность математических формул с экономичностью термина. Кроме того, оно дает неограниченные возможности дальнейшего уплотнения уже уплотненного материала. Не останавливаясь за ограниченностью места на всех возможностях уплотнения и осреднения данных наблюдения укажем лишь некоторые из них.¹

Наиболее распространенным видом уплотнения материала является масштаб (ему обычно сопутствуют условные обозначения). Этим методом пользуются как в картографии, так и во всех видах черчения. Применение масштаба в некоторых видах диаграмм иногда весьма целесообразно, так как это расширяет содержание графика.

Сравнительно меньше, но все же в достаточной мере часто, употребляется уплотнение материала методом отношения. Сюда относится процентировка, установление коэффициента отношения, исчисление на условную единицу (на 1 кв. км, на 100 жителей и т. п.).

Сравнительно часто употребляется метод средних, причем метод простых средних в достаточной мере освещен как в математике, так и в математической статистике. Простейшим примером применения метода осреднения является сжатие ряда наблюдений, характеризующихся количественно, в статистическую среднюю (арифметическая, взвешенная, мода и т. п.). Сложные же и комбинированные средние отнесены нами к следующей группе — показателям.

Мало разработан метод относительных показателей (вместо статистического ряда дается характеризующая его величина; замена величин усложняющимся их отношением; сложное среднее) и совсем неразработан метод показателей условных (количественная характеристика качественного явления). Отличительной особенностью относительных показателей является возможность их дальнейшего уплотнения. Особенностью условных показателей является возможность предварительного (планового) составления синтетического показателя („коэффициент целесообразности“), с которым и сравниваются осредненные результаты наблюдения. Условные показатели правильно было бы разделить на две группы: а) когда математическое выражение свойственно самому явлению или легко ему

¹ Мы говорим здесь только о математическом уплотнении или осреднении материалов (и графико-математическом), в отличие от нематематического уплотнения, примером чего может служить фотография, установление тенденции явления без ее математического выражения и т. п.

присваивается (пример: скорость ветра, напряженность мускул) и б) когда количественное выражение явлению не свойственно и устанавливается условно (пример: коэффициент внимания, баллы всех видов).

Комбинирование показателей с другими видами уплотнения и осреднения материалов еще больше повышает эффективность их применения.¹

III

Графический метод фиксации наблюдений, метод наибольшей наглядности и обозримости, является в то же время одним из очень удобных способов уплотнения материалов. По сравнению со многими другими методами фиксации наблюдений, графический метод глубже внедрился в практику ряда научных дисциплин и, в том числе, в организаторскую практику, создавшую даже свои специфические организаторские графики. Он более других популяризирован, его основная методология более устоялась. Тем не менее, действительно неограниченные возможности графирования до сих пор не выявлены ни по объектам, ни по формальным моментам изображения. Не установлены и не классифицированы и сами виды графиков, и их употребляемое количество чрезвычайно невелико.

Термин „график“ суживает понятие. Требуется другой классификационный термин, который объединил бы все существующие виды графиков с целым рядом других (часто только назревающих) видов фиксации наблюдений, использующих основную методику графика, но не являющихся графиками по существу. Сюда относятся и так называемые трехмерные и пространственные графики, и рельефные картограммы, и модели, и незрительные „графики“, и ряд других иллюстративных и аналитических видов фиксации наблюдений.

Вместе с расширением рамок графирования и появлением новых видов графиков, значительно углубляется и аналитическое содержание графика, значительно расширяется и тот перечень объектов, который графиком охватывается.

Будучи сами по себе методом уплотнения и осреднения материала, графики дают возможность и дальнейшего уплотнения. Отсюда появляются уплотненные и осредненные графики. Иллюстрацией к ним могут служить все случаи выравненных и осредненных кривых. Вообще, в отношении возможности уплотнения и осреднения графически выраженного материала, наибольшие удобства представляют именно всякого рода кривые, — вот почему, они должны быть признаны преимущественным видом отображения сложных и динамических явлений.

Отдельным и чрезвычайно важным вопросом во всей методике графирования стоит вопрос о сетке. Простая координатная сетка

¹ Относительным и условным показателям и их значению в организаторской практике мы предполагаем посвятить специальную статью.

остается в большинстве случаев единственной сеткой графирования. Между тем, исключительные аналитические возможности, а часто и значительное повышение наглядности достигается заменой простой координатной сетки, сеткой другого вида.

Первое место среди сложно-математических сеток занимает логарифмическая сетка. Особое значение логарифмическая сетка приобретает при изучении сложно-динамических явлений, при сравнении нескольких динамических процессов, для установления соответствия (корреляции) или при сравнении темпов.

Из других видов сложных сеток можно отметить полулогарифмическую сетку, коэффициентную сетку, при чем в основу построения сетки могут лечь разнообразные коэффициенты или числовой ряд (пример: сложные проценты), и специальные сетки. Последние строятся на основании заранее известных, зависящих от данного явления, числовых соотношений.

Надо отметить, как правило, следующее положение: во всех случаях сложных кривых простая сетка усложняет анализ, сложная сетка его упрощает. От аналитика зависит построение такой сетки, при которой сложная кривая (обычно предварительно осредненная) принимает наиболее простую для анализа и обозреваемости форму.¹

Вопросы осреднения графического материала, выравнивание кривых (непрерывные кривые, скользящие кривые, кривые средних и т. п.) и вопросы сеток в нашей практике еще занимают ничтожное место. Повышение внимания к этим вопросам диктуется существенной необходимостью.

IV

Несколько в стороне от всех рассмотренных выше методов фиксации наблюдений находится чрезвычайно интересный и богатый возможностями центрографический метод, являющийся методом уплотнения и осреднения массового числового материала, характеризуемого своим пространственным размещением. Последнее обстоятельство, т.е. наличие пространственных характеристик изучаемого явления, и составляет специфическую особенность центрографического метода.

Центрографический метод дает возможность выразить осредненный и уплотненный материал посредством точки, являющейся

¹ На совещании по диаграммированию при Госплане СССР 24/X-1928 г. В. А. Базаров в своем докладе указал, что математиком В. М. Турбиным изобретена такая сетка, при которой огиба гауссовой кривой распределения изображается прямой линией. Всякие отклонения от нее, в силу этого, легко улавливаются глазом. Значение такой сетки (она относится к группе специальных сеток) для анализа явлений распределения, теоретически приближающихся к гауссовой кривой, очевидно.

В том же докладе указывалось на значение способа нанесения кривой темпов на логарифмическую сетку. Этот способ имеет то преимущество, что угол кривой с осью абсцисс является в таких случаях точным мерилем темпа (тангенс этого угла равен логарифму процентного прироста в единицу времени).

пределом возможного уплотнения. Эта особенность ставит центрографический метод в исключительное место во всей теории обработки наблюдений.

В практике организационных и социально-экономических наук изучаемые явления всегда, в принципе, имеют пространственное размещение, — следовательно, принципиально, все явления, изучаемые указанными научными отраслями, могут быть изучены центрографическим методом. Совершенно понятно, что в таких научных отраслях, как экономическая статистика или, особенно, экономическая география, центрографический метод должен стать одним из основных методов анализа. Сама наука о центрах — центрография — должна в лице этих наук получить постоянную питающую базу. В общей теории организации и фиксации наблюдений центрографии должно быть отведено ответственное место.

Наличие у нас до сих пор, к сожалению, лишь небольшого числа научных сил, специально занимающихся центрографией, является причиной слабой популяризованности этого метода. Между тем, идея центрографии не нова и сама центрография уже имеет приличный теоретический и практический стаж.

После Менделеева, являющегося родоначальником нашей отечественной центрографии, в этой области у нас работал и продолжает работать Б. П. Вейнберг, которому центрография обязана рядом теоретических и практических достижений. Чрезвычайно много в области центрографии сделано Е. Е. Святловским — горячим адептом центрографии и неустанным пропагандистом этого метода.¹ Ценны отдельные работы А. А. Бобрика, В. И. Сосницкого, И. Д. Менделеева и др.

В чем же состоит основной метод вычисления центра?

Рассмотрим предварительно, какие виды размещения явлений на поверхности имеются. Таких видов оказывается три:

1. Точечное распределение, когда отдельные элементы явления расположены на небольшом участке, величина которого, по сравнению с размерами фоновой (плановой) поверхности (т.е. поверхности, в границах которой мы данное явление изучаем), может быть принята равной точке. Сюда относится такое размещение, как коммерческая сеть, места добычи, отдельные заводы, размещение складов и т. п.

2. Линейное распределение, т.е. распределение элементов вдоль каких-либо линий. Сюда относятся: реки, железные дороги, телефонные провода и т. п.

3. Сплошное распределение, когда явление на данной поверхности или отдельной ее части распределено равномерно (или

¹ Е. Е. Святловский является организатором и руководителем единственной в Союзе центрографической лаборатории имени Д. И. Менделеева при Гос. русск. географ. обществе и автором работы „О центрографическом методе, как основном методе экономической географии“, 1921 г. и др.

может быть условно принято за равномерное). Сюда относятся такие явления, как населенность, посевные площади и т. п.

Во всех трех видах размещения характеристики распределения по поверхности (место точки или линии, границы поверхности) сопровождаются количественным выражением отдельных элементов явления (количество населения, длина дорог, площадь земли и т. п.), которые называются весом элемента. Количественное выражение, относящееся к вычисленному центру, называется весом центра.

Поскольку центрография оперирует центром, как осредненной и уплотненной точкой, характеризующей явление, постольку и исчисление центра точечного распределения должно представляться наиболее удобным. Поэтому, исчислению какого-либо центра предшествует работа по замене линейного или сплошного распределения точечным.

Укажем для ясности на примере, как происходит эта замена. Пусть нам надо найти центр населенности данной поверхности (скажем, области). Разбиваем эту поверхность (область) на наименьшие участки, в отношении которых мы располагаем необходимыми данными (скажем, волости). Из географической карты вырезаем каждый участок отдельно. Из каждого участка мы удаляем те части поверхности, которые в отношении изучаемого нами явления неосвояемы (в нашем примере такими участками будут: озера, другие водные пространства, топи и т. п.). На полученном картографическом вырезе наносим элементы, имеющие точечное выражение (например, город, являющийся точечным местом распределения городского населения), а в отношении элементов сплошного распределения (в нашем примере — внегородское население) принимаем, условно, их распределение равномерным по всей освоенной, данным элементом, поверхности. Само собой разумеется, что из последнего нашего предположения вытекает, что центр распределения этого сплошного элемента в таком случае совпадает с центром поверхности нашего участка. Центр поверхности мы легко находим путем простого двукратного подвешивания нашего выреза. По правилу моментов сил мы легко находим центр населенности данного участка: он будет лежать на линии, соединяющей город с найденным нами центром внегородского населения; место его легко находится из пропорции весов обоих центров, при чем весом центра городского населения будет население города, а весом центра внегородского населения — все прочее население нашего участка; вес общего центра равен сумме весов отдельных центров. Таким образом, на данном участке сплошное распределение выражено центром, т.е. заменено точечным.

V

Такого рода предварительную замену точечным распределением элемента можно произвести во всех случаях линейного или сплошного распределения. Следовательно, основная задача центрографии

сводится к нахождению центров точечно-распределенных элементов или, короче, — к нахождению общего центра отдельных точек.

По правилам механики это не трудно сделать. Д. И. Менделеев для вычисления центра населенности предложил следующую формулу:

$$\operatorname{tang} D = \frac{\sum p_i \cdot \sin d_i \cdot \cos l_i}{\sum p_i \cdot \cos d_i \cdot \cos l_i}; \operatorname{tang} L = \frac{\cos D \cdot \sum p_i \cdot \sin l_i}{\sum p_i \cdot \cos d_i \cdot \cos l_i};$$

где p_i — вес центра, l_i и d_i — широта и долгота каждой точки, а L и D — искомые широта и долгота.¹

Формулы эти, однако, для практических целей центрографии не совсем удобны, так как приравнивают нахождение общего центра нахождению центра тяжести. В виду выпуклости земли, центр этот оказывается глубоко под землей и проекция его на земную поверхность (посредством радиуса) смещается ближе к полюсу тем больше, чем больше вытянута данная территория по параллели. По выше-приведенной формуле, центр поверхности довоенной России, по вычислению Д. И. Менделеева, лежал на $63^\circ 29'$ восточной долготы и $53^\circ 00'$ северной широты, между Обью и Енисеем немного к югу от Туруханска. По формулам предложенным Б. П. Вейнбергом (см. ниже) эта точка лежит на одном меридиане с Томском, примерно, километров на 100 севернее его.

Формулы, предложенные Б. П. Вейнбергом, основываются на несколько другой трактовке центра. Б. П. Вейнберг предлагает считать за центр элемента пересечение среднего меридиана и средней параллели, понимая под средним меридианом такой меридиан, при котором сумма взвешенных расстояний всех элементов, лежащих на запад от него, равна сумме взвешенных расстояний всех элементов, лежащих на восток, а средней параллелью — такую параллель, при которой соответственно суммы взвешенных расстояний всех элементов, лежащих на север и на юг от нее, равны между собой.

Если обозначим через Q_i — массу элемента, через φ_i и λ_i — широту и долготу частных центров (координаты точечного распределения элемента) и через $\bar{\varphi}$ и $\bar{\lambda}$ — искомые координаты (широту и долготу искомого центра), то сумма взвешенных расстояний всех элементов по одну сторону меридиана в отношении $\bar{\varphi}$ даст: $\sum Q_i (\varphi_i - \bar{\varphi})$, а в отношении взвешенной суммы расстояний элементов по параллели для $\bar{\lambda}$ (так как градусы по параллелям не равны, формулы необходимо выразить через $\cos \varphi_i$) мы имеем $\sum Q_i (\lambda_i - \bar{\lambda}) \cos \varphi_i$.

Откуда (приравнявая выражение к нулю) получим:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum Q_i \varphi_i}{\sum Q_i}; \quad \bar{\lambda} = \frac{\sum Q_i \lambda_i \cos \varphi_i}{\sum Q_i \cos \varphi_i};$$

Формулы, употребляемые в Центрографической лаборатории Государственного русского географического общества (формулы

¹ Вывод настоящей формулы, согласно указанию Д. И. Менделеева, принадлежит его сыну И. Д. Менделееву.

Е. Е. Святловского), упрощают формулы Б. П. Вейнберга в отношении легкости исчисления (они оперируют величиной 1° на данной параллели, какие величины имеются в соответствующих географических таблицах). На ряду с этим, они имеют конкретный, легко усваиваемый, географический смысл.

Формулы Е. Е. Святловского имеют следующее выражение:

$$L = \frac{\sum l_i p_i}{\sum p_i}; \quad D = \frac{\sum d_i S_i p_i}{S_x \sum p_i};$$

где L и l_i — широта, D и d_i — долгота, S_i — длина 1° по параллели на широте l_i (находится по таблицам) и S_x то же на широте L — найденного центра.

Рассмотренные формулы относятся к виду центра, называемому средним центром, — он полный аналог центру тяжести, центру инерции и центру параллельных сил.

Кроме среднего центра рассматривается еще срединный центр, аналогом которому является срединная вероятная (медиана).

Чрезвычайный интерес составляет, так называемый центр массива явления, аналогом которому является модальный центр (мода).

С точки зрения организационно-экономической (например, для выбора рационального места предприятия, построения центра управленческого аппарата коммерческой сети и т. д.) наиболее интересной и плодотворной была бы центральная точка схождения (центр сходимости), т. е. такая точка, при которой сумма расстояний всех элементов от нее была бы наименьшей. Однако, вычисление такого центра чрезвычайно трудно и, кроме того, математически показано (А. А. Бобриком), что отклонение срединного центра от центра сходимости незначительно: „срединный центр и центр сходимости практически совпадают“.

Центр сходимости является чисто центрографическим понятием и аналога не имеет.

VI

Указанный выше, центр поверхности России (в довоенных границах) является одним из первых, вычисленных у нас центров. Как мы уже указали, этот центр находится (по формулам Б. П. Вейнберга и по формулам Центрографической лаборатории) на 100 км севернее Томска. Если же взять поверхность в отношении ее освоемости каким-либо элементом, то ее центр, разумеется, не совпадает с общим центром поверхности. Эта небольшая поправка выявляет ряд возможностей расширения анализа центрографии. Так, центр поверхности довоенной России в отношении ее освоемости элементом населенности (по выражению Д. И. Менделеева, поверхности способной к расселению) будет между Акмолинском и Семипалатинском (по формулам И. Д. Менделеева). Эта передвижка произошла потому, что — как правильно было бы выразиться центрографически —

поверхность, неосвояемая данным элементом, оттолкнула от себя общий центр поверхности.

Теоретически поверхности, неосвояемые каким-либо элементом, могут быть двух видов: когда данный элемент не может быть освоен в силу постоянно присущих данной поверхности в отношении данного элемента свойств (например, водная поверхность для посевов), или в силу свойств некоей временной непостоянной неосвояемости (например, территория, недоступная для посевов, в силу отсутствия орошения).

В отношении населения надо теоретически считать поверхность неосвояемой, только для данной стадии нашего технического развития, так как с повышением последнего освояемость территории должна все более и более увеличиться. Таким образом, передвижение, например, центра поверхности освояемой человеком территории находится в зависимости (в числе прочих причин) от общих технических предпосылок и нашей способности „побеждать природу“. Изучение движения этих центров представляет большой интерес.

Изучение центра не в его статическом виде, а в динамике составляет существенную часть центрографии. В приводимой нами центрограмме (см. черт. 1 на стр. 127) населенности С-А.С.Ш. с 1790 по 1900 г.¹ мы видим, что центр населенности С-А.С.Ш., находившийся в 1790 г. недалеко от Вашингтона, движется—оставаясь почти на одной параллели—на запад (по направлению к Чикаго), при чем движение это чрезвычайно равномерно (почти каждые 10 лет 1°). Движение центра населенности С-А.С.Ш. выявляет некоторую равномерность поступательного освоения территории элементом населенности. Мы привели этот пример, как очень наглядный вид центрограммы.

В отличие от приведенной центрограммы, оперирующей только одним элементом—населенностью, воспроизводимая на рис. 2 центрограмма² иллюстрирует положение нескольких важнейших центров С-А.С.Ш., при чем центры населенности и электроэнергии представлены динамически, а прочие центры статически. Чтение этой центрограммы представляет большой интерес. Остановимся только на некоторых констатациях: центр населенности С-А.С.Ш. движется равномерно, приближаясь к центру поверхности (равномерное освоение всей поверхности); центр электрической энергии обогнал общий центр промышленности (определенный по силовым установкам) и продолжает (после некоторого поворота на юг) свое движение на запад; центр сельского хозяйства (возделанная площадь земли) находится

¹ Взята нами из книги Д. И. Менделеева „К познанию России“. Перевод части надписей сделан нами.

² Взята нами из статьи Е. Е. Святловского „О центрографическом методе“ в „Экономической географии“. Н. Морозова и И. Юньева, том I (центрограмма слегка нами изменена).

в восточной половине С-А.С.Ш. более освоенной рядом элементов; центр максимальной потенциальной водной энергии находится в западной половине С-А.С.Ш. (как бы уравнивает центр электроэнергии восточной половины) и т. д. (См. черт. 2 на стр. 129).

Нанесение на одну центрограмму ряда центров значительно расширяет анализ центрограммы путем сравнения взаимного расположения или движения отдельных центров (например, на нашей



Черт. 1

центрограмме — сравнение темпа движения центров электроэнергии и населенности и т. п.). Укажем лишь, что, по нашему, кроме центров изучаемого явления, на центрограмме должен быть обязательно всегда нанесен центр поверхности (для анализа размещения элемента), а в случаях анализа элементов, находящихся в зависимости от населенности, и центр последней.

В отношении вычисленных центров СССР ограничимся несколькими беглыми замечаниями.¹

Центр населенности, который для России 1897 г. по исчислению Д. И. Менделеева был на 53° 20' северной широты и 10° 23' восточной долготы от Пулково — к северо-востоку от Козлова и к западу от Маршанска, по данным 1926 г. и по исчислению Е. Е. Свят-

¹ Ряд центрограмм, вычисленных в Госплане СССР, будет, вероятно, опубликован в ближайшее время в связи с иллюстрацией материалов по пятилетке.

ловского, переместился на левый берег Волги и находится близ города Маркштадта. Движение центра населенности одинаково направлено с движением центра поверхности. В годы войны и первые годы революции центр населенности задержался в своем движении и даже вернулся назад. В восстановительный период он вернулся к исходной точке 1913 г. и теперь продолжает движение по прежнему направлению. (См. черт. 3 стр. 131).

Как особенность одного из краевых центров отметим, что центр населенности Дальне-Восточного района (благодаря изогнутости территории) находится вне территории района — в Маньчжурии.

Центр грамотного населения Союза находится на 90 км севернее и 200 км западнее общего центра населенности.

Центр посевных площадей двигался с 1906 г. по 1916 г. на восток (частично на юг). К 1924 г. он вернулся назад, а к 1928 г. „восстановительный“ процесс закончен, центр пошел снова по прежнему направлению и продолжает двигаться на восток.¹

Центры крупного скота и лошадей близки к центру населенности. Центр размещения свиней западнее центра населенности, овец — южнее.

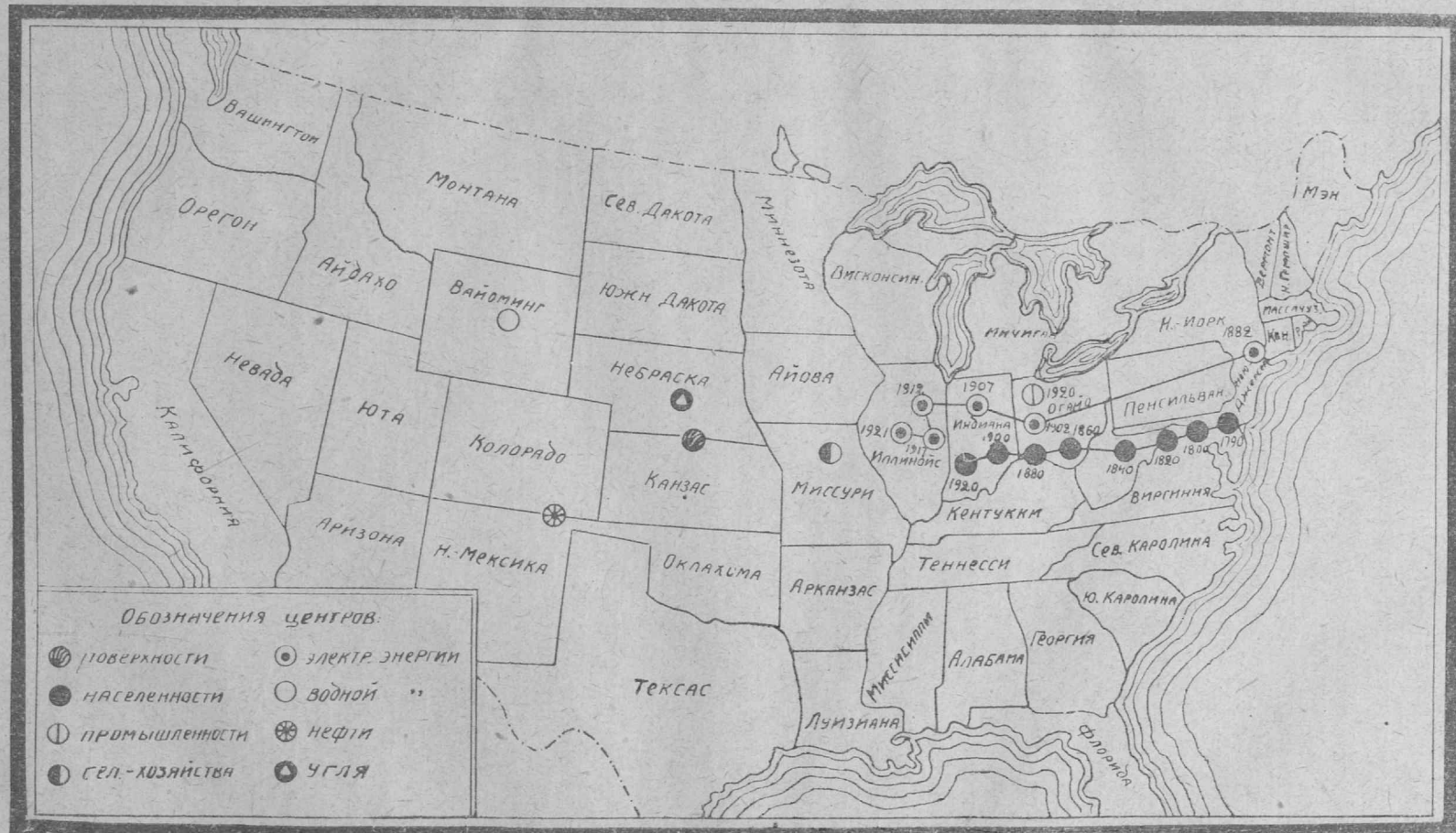
Количество примеров как по СССР, так и по некоторым странам Европы можно было бы значительно умножить. Можно сделать ряд чрезвычайно ценных выводов из имеющихся центрограмм (в частности по СССР.). Мы не делаем этого поскольку это не является целью настоящей статьи, направленной лишь к ознакомлению с общими принципами, методологией и значением центрографии.

VII

Центрография является одним из методов осреднения массового числового материала. Следовательно, для центрографии применимы положения, верные в отношении всякого осреднения и уплотнения. Одним из чрезвычайно важных вопросов всякого осреднения является вопрос о пополнении осредненного материала дополнительными характеристиками (абсолютными или в свою очередь осредненными). Этот вопрос в центрографии имеет исключительное значение. В этой области центрография имеет свои специфические методы и приемы, а равно приемы заимствованные из других областей (статистика, общее графирование).

Вопросы пополнения уплотненного и осредненного материала чрезвычайно слабо разработаны в литературе. Кроме работ Б. П. Вейнберга, мы не знаем специальных работ, ставящих эти вопросы четко и классифицированно. Между тем, надо отметить, что уплотнение и осреднение результатов наблюдения до максимального предела,

¹ По данным пятилетнего плана, центр посевных площадей для 1932/33 г. оказывается еще восточнее, что подтверждает соответствие проектировок естественному движению центра. Темп движения центра по пятилетке значительно быстрее предыдущего.



Черт. 2

облегчая наглядность (обозримость) фиксированных данных, одновременно „выпячивает“ только общую тенденцию явления или нужные нам основные характеристики. В стороне остаются иногда очень важные особенности явления. В таких случаях — для сохранения полноты представления о явлении — уплотненные результаты наблюдения пополняются данными, характер и содержание которых определяются целью наблюдения, характером явления и методом анализа. Так, например, анализируя состояние рыночных цен за некий промежуток времени, мы можем уплотнить весь материал до одной характеристики (средняя цена за все время), но возможности нашего анализа будут чрезмерно ограничены, если мы не дополним эту характеристику такими примерными материалами, как максимальная и минимальная цена за все время (абсолютная характеристика), средние отклонения (+, —) от средней цены (осредненная характеристика) и т. п. Аналогично и в графиках: осредненная кривая может дать только тенденцию явления (к примеру: динамика цен). Пополнением здесь могут служить кривые отдельных ценообразующих факторов, кривые наибольших (наименьших) отклонений, кривая возрастающих (убывающих) случаев отклонений и т. п. Во всех случаях значение пополняющего материала может быть придано всякого рода таблицам, графикам, картограммам, отдельным величинам и т. д.

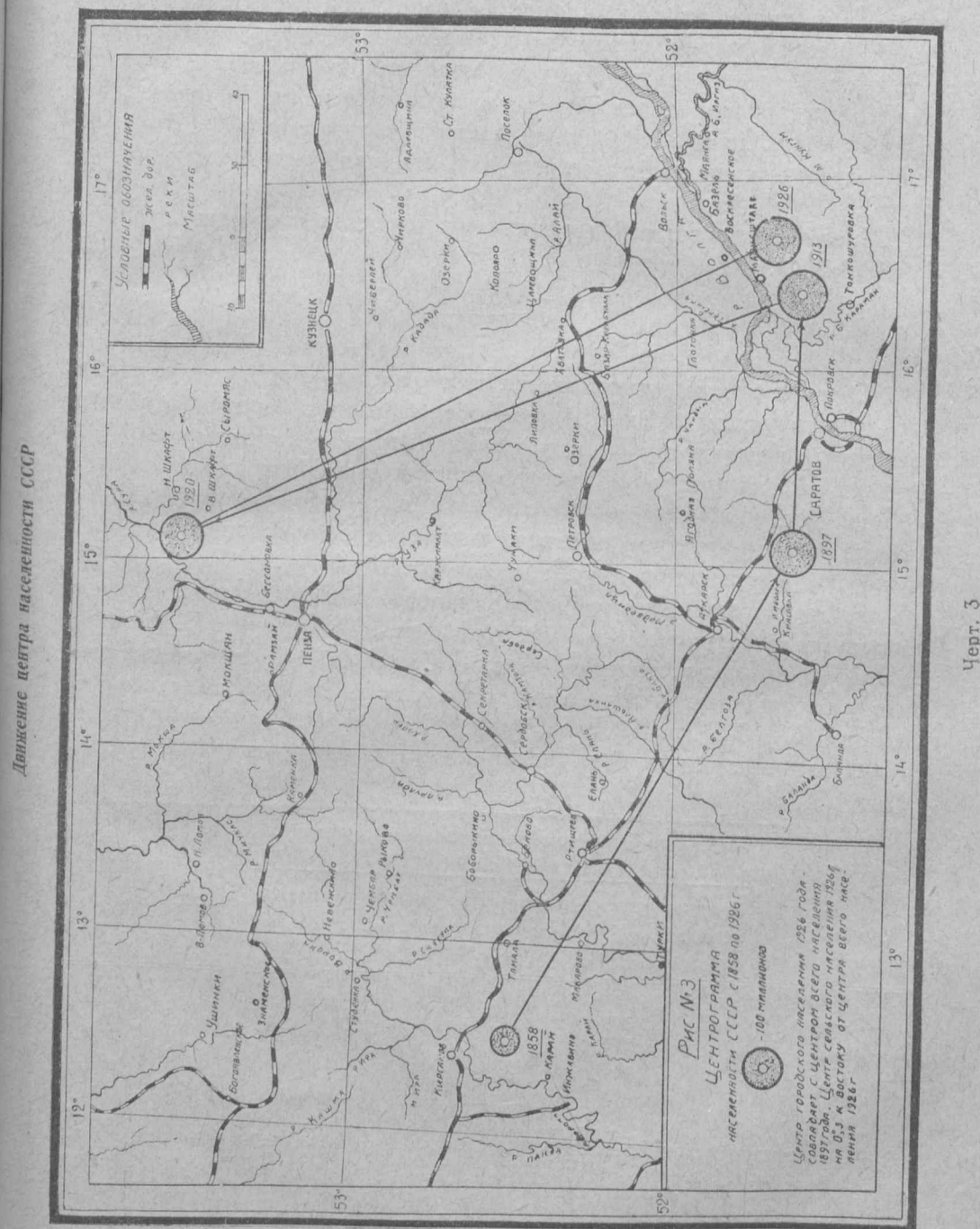
В центрографии наиболее значительными видами пополнения являются: дополнительные центры, средний радиус фоновой (плановой) площади и среднее расстояние элемента от центра.¹

Дополнительные центры, приводимые в качестве пополнения к изучаемому центру, могут быть или частными (пример: к основному центру какой-либо промышленности — частные центры отдельных видов промпредприятий; к центру населения — центры городского и сельского населения), или общими по отношению к основному центру (пример: к центру посевов пшеницы — центр поверхности, годной для засева пшеницы, или центр засева всей группы хлебных злаков; к центру расселения евреев-кустарей — центры расселения евреев всех профессий, или центры расселения кустарей всех национальностей), или относиться к области, соприкасающейся или дополнительно характеризующей изучаемое явление (пример: к центрам производства — центры потребления; к разным центрам — центр поверхности и т. п.).

Понятие о среднем радиусе площади берет свое начало от Нагеля, который ввел впервые (1890 годы) в географическую науку понятие о круге равновеликой площади для вычисления коэффициента развития береговой линии у замкнутых географических объектов

¹ Мы не останавливаемся здесь на других вопросах пополнения, классификации видов пополнения и т. д. и в частности, на значении, в качестве центрографического пополнения, кривых распределения (изолинии распределения) и т. п. См. по этим

(озеро, остров). Средний радиус (r) в центрографии является дополнительной характеристикой фоновой (плановой) площади.



Движение центра населенности СССР

Черт. 3

Среднее расстояние элемента от его центра есть взвешенное арифметическое среднее $\bar{d}$ расстояний $\bar{d}_i$ от этого центра каждой точки, где сконцентрирована часть m_i данного элемента. Если мы имеем дело со сплошным элементом (массивы, площадь, населенность и т. п.), то изучаемую поверхность надо делить на части, на которых элемент распределен (или условно распределен) равномерно и расположен в центре этой поверхности в количестве $m_i q_i$ (произведение среднего значения элемента на площадь этой части поверхности).

Среднее расстояние элемента выражается следующей формулой (по Б. П. Вейнбергу):

$$\bar{d} = \frac{\sum m_i d_i}{\sum m_i}$$

Среднее расстояние элемента от центра и средний радиус удобно картографируются в виде окружностей, (центр берется в центре элемента, а радиусами значения $\bar{d}$ и $\bar{r}$ в масштабе картограммы). Это придает характеристикам абсолютное значение. У кружков, обозначающих интенсивность элемента — его вес — обозначение условно-масштабное, а у кружков, обозначающих среднее расстояние элемента от центра и средний радиус, абсолютное.

Воспользуемся для иллюстрации пользования средним радиусом и средним расстоянием элемента от центра примером Б. П. Вейнберга о средних расстояниях (взвешенных средне-арифметически) территории и населения от их центров, а также средних радиусов территории С.-А.С.Ш. за 120 лет.¹

Сводная таблица этих величин представляется в следующем виде (в км):

Годы	Среднее расстояние элементов от их средних центров		Средний радиус территории
	Среднее расстояние поверхности $\bar{d}_a$ от центра поверхности	Среднее расстояние населенности $\bar{d}_p$ от их центра населенности	
1790	328	258	389
1850	707	375	781
1910	1.195	963	1.045

Не детализуя всех выводов настоящей таблицы, укажем только некоторые из них:

1790 г.:

$$\frac{\bar{d}_p}{\bar{d}_a} = \frac{258}{328} = 0,84; \quad \bar{d}_a = 0,84 \bar{r}$$

¹ Можно брать срединные расстояния от срединных центров и т. п.

для круга $\bar{d}_a = \frac{2}{3} \bar{r}$,

следовательно, территория округлена (близка к кругу).

$$\frac{\bar{d}_p}{\bar{d}_a} = \frac{258}{328} = 0,79; \quad \bar{d}_p = 0,79 \bar{d}_a$$

следовательно, около 80% населения сконцентрировано

1850 г.:

$$\frac{\bar{d}_p}{\bar{r}} = \frac{707}{781}$$

территория еще округлена, но

$$\frac{\bar{d}_p}{\bar{d}_a} = \frac{375}{707}$$

население не сконцентрировано ($\bar{d}_a$ почти вдвое больше $\bar{d}_p$), т.-е. имелась территория для дальнейшего роста (территория не насыщена).

1910 г.:

Ненасыщенность территории почти исчезает $\bar{d}_p$ сравнивается с $\bar{d}_a$ (963 и 1195), зато, $\bar{d}_a$ становится больше $\bar{r}$ (1195 > 1045),¹ т.-е. империалистические тенденции в колониальной политике С.-А.С.Ш., объективно, подмечены центрографически (Б. П. Вейнбергом).

Даже этого примера достаточно для представления о том, какое расширение получает центрографический анализ, благодаря среднему радиусу и среднему расстоянию элемента от центра.

Этими же пополнениями парализуется возможность ошибочного показания центра в случае концентрического перемещения элемента. В таких случаях центр должен остаться на месте, но среднее расстояние элемента от центра эту передвижку обнаружит.

Сопоставление среднего расстояния элемента от центра явления и среднего расстояния элемента от центра поверхности дает возможность судить о большей или меньшей концентрированности явления. Так как в практике объектом анализа обычно является массив явления, важным вопросом центрографии является определение центра этого массива. Понимая под массивом всю поверхность, на которой данный элемент распространен с плотностью, превышающей некий — обусловливаемый характером явления и целью анализа — минимум, мы можем составить для определения центра массива следующую формулу:²

¹ Сказался захват Филиппин.

² Взята нами из рукописи Е. Е. Святловского „Введение в центрографию“.

приняв $a = \frac{d_{\min}}{d}$, где d равняется средней плотности, а $d_{\min}$ равняется наименьшей плотности элемента, имеем:

$$L_{\text{масс}} = \frac{L_t - aL_u}{1 - a}; \quad D_{\text{масс}} = \frac{D_t - aD_u}{1 - a}$$

$(L_t \text{ и } D_t — \text{широта и долгота центра поверхности}$
 $L_u \text{ и } D_u — \text{„ „ „ „ всего явления}$
 $L_{\text{масс}} \text{ и } D_{\text{масс}} — \text{„ „ „ „ массива}).$

Совершенно понятно, что этими же формулами можно пользоваться и тогда, когда нам необходимо найти центр наименьшей плотности какого-либо явления или плотности, находящейся в заранее заданных нами границах „от и до“. Центр массива является одним из важных подсобных видов центрографического пополнения.

VIII

Специальная часть центрографии — центрометрия изучает „метрические отношения между отдельными элементами центров — метрические свойства центров (Е. Е. Святловский)“. Объектами изучения центрометрии являются „Геометрические и количественные свойства центров, а также приемы выражения (графически и аналитически) закономерностей распределения элементов относительно центров на линии, на плоскости (поверхности) и в трехмерном пространстве (А. А. Бобрик)“.

Центрографически выраженные соотношения между отдельными точечными совокупностями служат для центрометрии формулами для решения ряда центрометрических задач. Центрометрия дает возможность по известным центрам находить их неизвестные свойства.

Символ центра: $(a)A$, где A определяется соответствующими координатами.

$$(a)A = (a)B$$

если $a = b$ и если координаты равны $(x_1 = x_2, y_1 = y_2 \text{ и — для трехмерных центров — } z_1 = z_2)$.

Общая формула сложения двух центров получает в центрометрии такой вид:

$$aA + bB \rightarrow cC$$

Отсюда, при помощи центрометрии решаются следующие основные задачи:

$$I. x_1 A + x_2 B \rightarrow cC;$$

$$II. aA + x_1 B \rightarrow x_2 C$$

Возможности и области применения центрометрии — вопрос специального освещения. Нахождение специальных свойств центра дает

возможность значительного расширения сферы применения центрографии.

Из области теории (на которой мы здесь подробно не останавливаемся) укажем основной постулат центрографии и несколько теорем, приведенных А. А. Бобриком в его работе „К теории центров, как средних величин“.¹

Основной постулат исходит из неизбежности применения гипотезы равномерного распределения элементов статистической совокупности или на составных частях территории, или на всей рассматриваемой территории.

Теорема I. Механическое понятие центра инерции, символически, есть полный аналог статистического понятия взвешенной средней.

Теорема II. Механическое понятие центра разреза фигуры на четыре накрест равновесящие сектора является полным, символическим, аналогом статистического понятия вероятной срединной точки, как места встречи двух медианных статистических линий.

Теорема III. Картографически показательное значение обобщенных центровых точек растет обратно пропорционально величине масштаба карты.

Теорема IV. О специальном назначении геометрической срединной точки: обладая свойством переноса она ценна для повышения иллюстративной показательности графического закона распределения статистической совокупности в пределах всей системы, как единого целого.

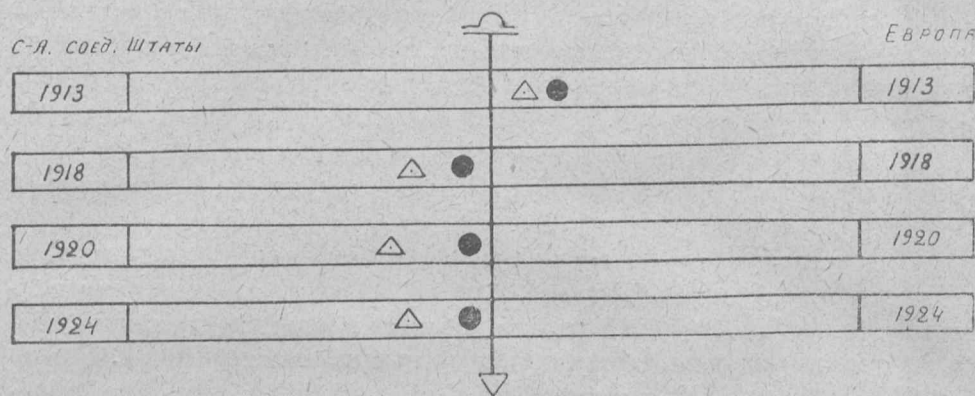
Чрезвычайно ценным является метод центрометрического исчисления поверхностей. Благодаря несложным и очень удобным для вычисления формулам (мы их здесь не приводим, чтобы не усложнить изложения) возможно решать в отношении поверхностей центрометрические задачи, аналогичные указанным выше, в отношении свойств центра. Практические возможности применения центрометрии этим еще больше увеличиваются.

Вопросы изображения центра весьма важны для центрометрии. Будучи нанесенным на карту, центр, тем самым, определяет свое положение (свои координаты). Вес центра при этом может быть обозначен кружком, масштабно зависящим от веса центра. Таким образом, движение центра дает одновременно и наглядное представление об изменении его веса. Можно также изобразить центрограмму и без картографического фона. В таких случаях достаточно нанести только географическую сетку или не нанося и ее указать координаты центра внутри соответствующего кружка. Можно также дать центрограмму и условной. Тогда движение центров будет лишь относительным, а не абсолютным и т. п. (См. черт. 4 на стр. 136).

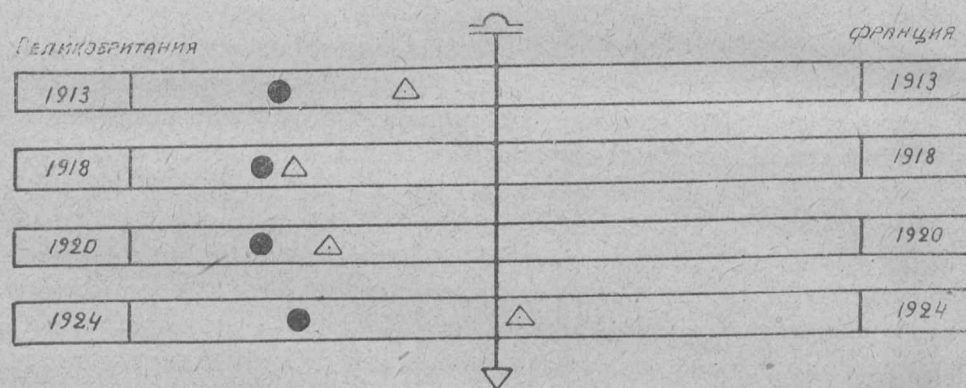
¹ См. „Информационный Бюллетень Центрографической лабор. им. Д. И. Менделеева“ — к десятилетию Октября (1917—1927 гг.) — стр. 9.

Приводимая на черт. 4 центрограмма¹ и построена по этому принципу. Она характеризует распределение каменного угля и чугуна между Европой и С.-А.С.Ш. и между Великобританией и Францией в том географическом „равновесии“, какое создалось в резуль-

Центрограмма распределения каменного угля и чугуна между С.-А. С. Ш. и Европой



То же между Великобританией и Францией



ОБОЗНАЧЕНИЯ:
● КАМЕН. УГОЛЬ.
△ ЧУГУН.

Черт. 4

тате мировой войны. Так, на приводимой центрограмме ясно виден сдвиг за время войны в сторону С.-А.С.Ш. от Европы и в сторону Великобритании от Франции. После войны позиция С.-А.С.Ш. остается стабильной, а позиция Франции, по сравнению с Англией, укрепляется. Такой вид центрограммы (или вернее центрографической диаграммы) чрезвычайно прост и нагляден.

Для центрограмм, как и для всякого другого вида фиксации наблюдений (и, в частности, графиков), обязательными остаются

¹ Взята нами из „Экономической географии“ Н. Морозова и И. Юньева т. I, статья Е. Е. Святловского „О центрографическом методе“.

требования наибольшей простоты, демонстративности (иллюстративности), точности, твердых условных обозначений и соблюдения норм зрительной нагрузки (количество центров и обозначений, цвета и т. п.).

Специфические особенности центрографии в этой области требуют еще своей специальной разработки.

IX

Из всего сказанного выше, видно большое практическое значение центрографии. Благодаря ей значительно расширяются и объекты и методы анализа. Она дает возможность такого анализа явлений, какой не может быть проведен ни одним другим из имеющихся в нашем распоряжении методов. В области социально-экономических наук, где до сих пор и у нас и за границей центрография была, главным образом, применена, она давала очень ценные результаты.

На данной стадии центрографической мысли можно, в отношении практического применения центрографии, говорить не столько о том, где она применялась, сколько о тех областях, где она может и должна быть применена. Даже в области социально-экономических наук центрография далеко еще не вышла из ограниченного круга анализа основных показателей и вычисления нескольких центров основных явлений. В указанной области, у центрографии имеются большие, совершенно новые и неизведанные возможности. Укажем хотя бы на такой пример, как на определение расстояния между центрами производства и потребления какого-либо продукта в качестве характеристики среднего грузопробега (если железнодорожную линию на данном среднем расстоянии можно было бы принять за прямую, — расстояние между центрами было бы равно среднему грузопробегу). Или укажем на следующий пример: если взять центр размещения заводов какой-либо отрасли промышленности (или коммерческой сети, или совхозов и т. п.) и вычислить для данного размещения несколько центров, приняв поочередно в качестве весовой характеристики разные абсолютные (мощность установок, рабочую силу, валовую продукцию и т. п.) или относительные (энерговооруженность рабочего, себестоимость единицы продукции и т. п.) характеристики, — мы получаем возможность проанализировать относительное размещение этих характеристик, следовательно, проанализировать их взаимозависимость. Или, к примеру, расширяя понятие сходимости, мы можем применить центрографию для вычисления такого места постройки электростанции, при котором общая длина проводов до места потребления энергии будет наименьшей (весьма важный элемент анализа). Аналогично: выбор места центральных телефонных станций в городах, выбор места для школ, диспансеров, мест общественного питания и т. п. Трудно перечислить те исключительно богатые перспективы математико-географического расчета, какие имеются в центрографии в противовес подчас субъективному подходу — в ряде об-

ластей, связанных с районированием (коммерческая сеть, узловые гужевые пункты, районирование предприятий и т. д.). Общее государственное районирование и определение экономо-географического типа того или иного района должны будут в значительной степени опираться на центрографический метод. Не меньшее место должно быть отведено центрографии в вопросах колонизации, изучения естественно-производительных сил, стихийных бедствий, разведывательных работ и экспедиций, в разрешении ряда технико-экономических задач (в частности, определения места построения промпредприятия, в зависимости от места сырья, мест потребления и т. п.), в вопросах географии конъюнктуры и т. д. и т. д.

Можно было бы значительно расширить приведенный перечень, охватив вопросы строительства совхозов и колхозов, эффективность капитальных затрат и др. чрезвычайно важные темы.

Само собой явствует исключительное значение центрографии в планировании.

Стоит отметить еще не изученные возможности центрографии в области исторической географии, истории революционного движения и т. п.

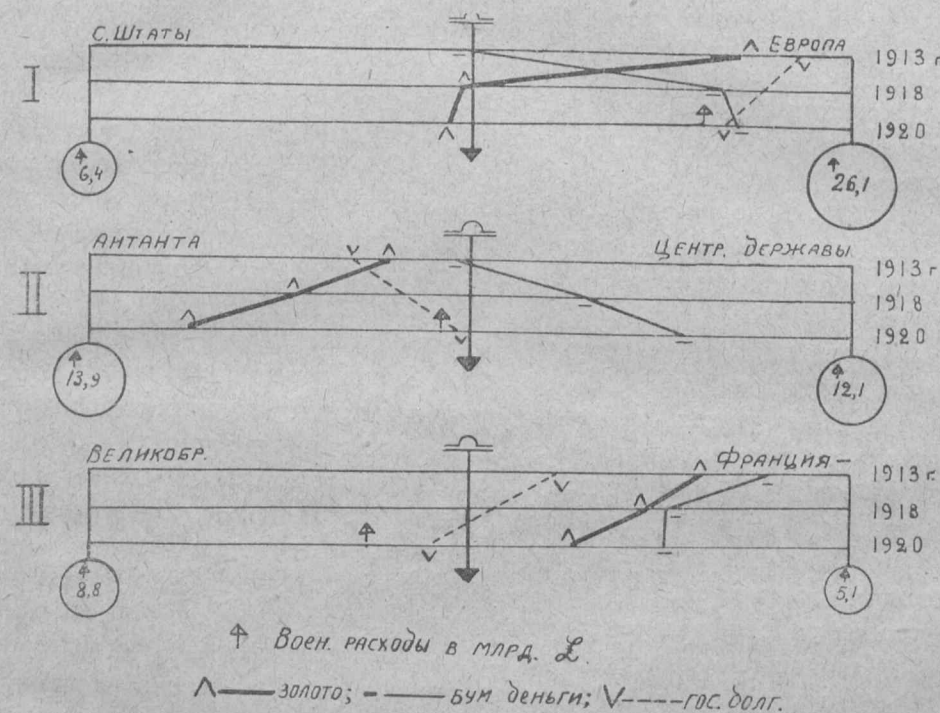
За гранью социально-экономических наук сфера применения центрографии не менее обширна. Перечислить все научные области, где возможно применение центрографии, значит перечислить почти все науки. Укажем на такие научные отрасли, как геофизика, геология, геодезия, антропогеография и др., в отношении которых применение центрографического метода диктуется особой необходимостью. Параллельно с этим, на более практические рельсы ставится вопрос о применении трехмерной центрографии.

Надо отметить, что во всех случаях применения центрографии эффективность анализа повышается, если применять метод осреднения и уплотнения как к весовым характеристикам, так и к линии центров. Особенно это верно в применении к обозначению веса относительных и условных показателей. Последнее, в частности, дает возможность внедрения центрографии в такие области, где основой изучения являются качественные характеристики.

На ряду с этим, центрография оказывает влияние и на методику общего графирования. Укажем несколько видов общих графиков и картограмм, в той или иной мере использовавших центрографическую методологию. В качестве первого примера сошлемся на Д. И. Менделеева, у которого в его книге „К познанию России“ приведена карта России, построенная на основе своеобразной проекции, исходной точкой для которой взят центр населенности. Сопоставление этой карты с другой, построенной на Гауссовой проекции, выявляет совсем другую конфигурацию России. Если положить в основу картографической проекции другие центры, можно получить картограммы, полезные для анализа явлений, связанных с основным признаком центра. Вопрос этот сложен и требует специального изучения

Из области „кривых карт“ отметим еще карты, в основу построения которых положено равномерное по масштабу распределение какого-либо элемента (территория большей плотности пропорционально увеличена против территории с меньшей плотностью).¹ Построение таких „кривых карт“ целесообразно для случаев анализа географически размещенных явлений, связанных не с территорией, а с другими элементами.

Графическая схема движения золота, бумажных денег и государственного долга в зависимости от военных расходов



Совершенно новый вид экономических профилей получается при построении замкнутых круговых профилей (радиальное расположение элементов), с применением при этом центрографического метода (берутся веса центров, среднее расстояние элементов от центра и т. п.).² Возможны также и другие виды построения экономических профилей на основе центрографии. Вопросы применения центрографии при построении экономических профилей за ограниченностью места не могут быть здесь освещены.

Наконец, для иллюстрации внедрения центрографических принципов в общее графирование, приведем сравнительную диаграмму

¹ Наши обычные географические карты являются в этом смысле „кривыми картами“, построенными на элементе поверхности.

² По несколько другому принципу (без непосредственно центрографической методологии) построены в секторе районирования Госплана СССР замкнутые круговые экономические профили районов СССР. Построение этих весьма эффективных и иллюстративных графиков принадлежит Н. М. Тоцкому и В. А. Горохову.

(схему) (см. черт. 5 на стр. 139)¹ движения золота, бумажных денег и государственного долга в зависимости от военных расходов, за время войны (1913—1920 гг.), между Европой и С.-А. С. Ш. и внутри Европы.

В виду ясности диаграммы, мы дополнительных пояснений к ней не приводим. Отметим лишь, что средняя линия является здесь осью равновесия и что движения центров можно рассматривать как в отношении основного центра военных расходов, так и по разным центрам между собой.

Мы не ставили себе в настоящей статье цели дать исчерпывающее освещение методики организации и ведения наблюдений. Мы ознакомили только читателя с некоторыми малоосвещенными вопросами в области методики фиксации данных наблюдения и, в частности, с мало еще известным центрографическим методом. Если наш читатель поднятыми вопросами заинтересовался, — мы достигли своей цели. Некоторые читатели вероятно найдут в настоящей статье и практические указания для самостоятельной центрографической работы.

Перед пока еще небольшой группой центрографов стоит большая и ответственная задача внедрить центрографию в практику ряда наук и привлечь внимание широких кругов научных работников к вопросам методики наблюдения. Вопросы организации и ведения наблюдений, вопросы фиксации и обобщения данных должны быть включены в качестве самостоятельной дисциплины, обязательной в курсе наших высших учебных заведений. Ударение при этом необходимо будет сделать на вопросах фиксации, в частности, на вопросах уплотнения материалов и на центрографии.

Для повышения методической основы изучения теории и практики центрографии должен быть основан Научно-исследовательский институт центрографии. При институте экономических исследований Госплана СССР должна быть организована специальная секция для изучения методики фиксации данных и в частности центрографического метода.

Для возможности центрографического использования всех публикуемых статистических материалов необходимо правительственное постановление об обязательном указывании границ территории, в рамках которых явление изучено, или указании координат тех или иных точек (или приложения к таблицам соответствующей карты). При опубликовании центров каких-либо явлений достаточно опубликование координат центра и среднего расстояния элемента от центра.

Нет сомнения, что центрография выходит из кабинета на широкую практическую арену. Но в области методологии перед центро-

графией стоят еще большие и сложные задачи. В основном эти задачи могут быть сведены к следующим группам.

1. Расширение сфер применения центрографии. Классификация и анализ видов географически распространенных явлений. Перенесение методов центрографии на другие виды пространственных размещений (сферические, космические и т. п.). Установление форм и характера применения центрографии к явлениям геологического порядка. Специальное глубокое изучение применения центрографии в социально-экономических науках. Центрография и история и т. п.

2. Уточнение центрометрических формул, их вариация. Различные виды центров и различные методы их исчисления. Особые случаи сложных и комбинированных центров. Зависимость центра от характера явлений. Употребление относительных и условных показателей в центрографии.

3. Расширение анализа центрограмм, способы их чтения, форма выводов. Аналитические выводы, выявляемые центрографией и не выявляемые другими методами. Центрограммы, как учет. Центрограммы и решение задач, экстраполяция. Практическое применение выводов центрограмм.

Деятельность Научно-исследовательского центрографического института и аналогичных ему секций и лабораторий при других научно-исследовательских учреждениях и будет заключаться в изучении и разрешении указанных задач.

Из области организационной на очереди стоит вопрос об учете центрографических сил и созыве Первой всесоюзной центрографической конференции. Заострение внимания научной общественности (в частности, плановиков) на этой конференции поможет ей стать опорным пунктом планомерного и быстрого развития центрографии в нашем Союзе.

¹ Взята из книги Е. Е. Святловского „Экономика войны“. М. 1926 г.