

О ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ИСТОРИИ ЗВЕЗДНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Хотя очевидно, что история звездной астрономии тесно переплетается не только с историей астрономии, но и общества в целом, она достаточно независима для того, чтобы в ней можно было выделить важные общесистемные закономерности. Можно поэтому показать (ограничиваясь лишь рамками систем звездных представлений (Stellar Simulacre System — SSS), к которым относятся, «представления», «описания», карты, каталоги и т.п.), что гомоморфный образ истории звездной астрономии имеет элементы изоморфные элементам моделей типа «модели развития системы данных — DS» [1]. Естественно, что появление различных целостных документов является следствием длительного процесса накопления наблюдательных данных, совершенствования инструментальной и методологической базы и прочих причин. Но предварительное изучение вопроса показало, что SSS являются надстройками, над базисом всего исторического процесса и их взаимодействие диалектично, т.е. развитие SSS повторяет полностью, хотя и с определенным временным сдвигом, ход истории звездной астрономии, да и астрономии в целом.

I. Элементы логики развития DS, используемые в работе.

Обоснование модели DS приведено в работах [1, 2]. Здесь без доказательства приводятся ее наиболее существенные характеристики.

1.1. Любая система одного уровня организации имеет четырехкомпонентную основу (K_i), которая выявляется в двухэтапном расслоении: сначала на внутренне-внешнее (In-Out), затем на статически-динамическое (Stat-Din). В результате расслоения имеется:

- $K_1(O-S)$ — элементно-композиционный класс компонентов (особенности расположения элементов систем в пространстве),
- $K_2(I-S)$ — класс компонентов качества (все особенности внутренних свойств, сущностные характеристики и т.п.),
- $K_3(O-D)$ — класс компонентов внешней динамики (особенности перемещения элементов и систем во внешнем пространстве),
- $K_4(I-D)$ — класс компонентов изменчивости (особенности развития и деградации, появление и исчезновения и т.п.).

1.2. Различается 4 разновидности методологического уровня построения системы:

- C_1 — качественный (мифологическое, признаковое описание);
- C_2 — принципиальный (описание и объяснение строится на базе одного или нескольких принципов, неизменных в любой ситуации);
- C_3 — метрический (задается не только принцип-метрика, но и определяются условия ее использования, а в заданном параметрическом пространстве учитываются локальные возмущения и дислокации);

— S_4 — интенсификационный (в данной работе он не используется).

1.3. Заполнение ячеек любой системы может осуществляться в четырех экстремизированных вариантах (F_i) сочетания 0-I (не используется).

1.4. Любая достаточно функционально замкнутая система одного уровня (например, набранная из элементов одного типа) может быть отнесена к одному из четырех типов размерности, E_n^n , где $n = 0, 1, 2, 3, 4 = 0$.

1.5. Полное системное описание должно включать в себя $4 \times 4 = 16$ компонентов перечисленного типа; минимальное системное описание должно включать в себя по одному представителю от каждого типа компонентов (K, C, F, E), но в данной работе это правило нарушается для упрощения анализа чрезвычайно сложных SSS. Сочетания компонентов образуют матрицу с $4^4 = 256$ ячейками, каждой из которых соответствует вариант минимального системного описания. Диагональ матрицы проходит через ячейки, соответствующие основной тенденции развития системы.

Следует добавить следующие замечания:

1.6. Ни один из 16 компонентов системного описания в неявном виде не может быть выражен вне связи хотя бы с одним из других компонентов — **принцип системной взаимозависимости**. Пример, для E^n : пространственная спираль имеет линейную связанность внутреннего пространства ${}^1E^1$ трехмерное положение во внешнем пространстве ${}^0E^{3+1}$ (и дополнительный независимый параметр знака энантиоморфизма (L или D); сфера — ${}^1E^2$ и ${}^0E^3$.

1.7. Для описания любого исторического образа — системы необходимо выбрать способ определения, адекватный системному уровню развития этого образа. Некорректно, например, применять топологические определения размерности к моделям мира древних греков, так же как и качественное задание размерности по отношению к современным космологическим моделям Вселенной. Это — **принцип системного соответствия**.

1.8. Из п. 1.6 следует необходимость введения понятия степени связанности компонентов системы внутри каждого типа (K, C, F, E) — N_S , аналогичное понятию степени множества. Если система однородна относительно N_S , мы будем говорить о системе нормированной по N_S .

1.9. Каждая SSS подразделяется на ${}_nSSS$ — носитель и ${}_iSSS$ — информацию, содержащуюся в ${}_nSSS$. Историю их развития необходимо рассматривать отдельно, т.к. системная характеристика носителя информации и самой информации могут значительно различаться. Так, например, каталог (${}_nE^1$) может содержать информацию о трехмерных координатах звезд (${}_iE^3$). Вся информация, содержащаяся в носителе, отражает некоторую модель действительности и, как бы неупорядоченно или искаженно она ни подавалась в его структуре, она будет рассматриваться независимо от способа подачи, в ее максимально заданной степени связанности.

Таким образом, обозначение каждого компонента системы сопровождается двумя буквенными (перед) и двумя числовыми (за) символами (рис. 2). Кроме того, обозначение типа X_i сохраняется для символического выражения любого компонента. Так, например, для обозначения одного из четырех возможных базисов связи — K_i : K_1 — пространственно-композиционная основа (карты, глобусы и т.п.); K_2 — признаково-параметрическая основа (классификации, диаграммы и т.п.).

2. Принципы системного анализа некоторых SSS.

В истории звездной астрономии до 1900 г. в основном использовались три типа носителей:

— ${}_nK^i$: миф, текст, сказание, поэма, описание, сочинение, книга;

— ${}_nK_1^1$: рисунок, изображение, карта, атлас, глобус, модель (E^3);

— ${}_nK_2^2$: перечень, список, каталог, таблица, схема, классификация, диаграмма.

Для полностью формализованных разновидностей SSS использовались графики (${}_nK_1^1$) и формулы (${}_nK_2^2$), которые связывали различные компоненты ${}_iK$ и отличались от перечисленных трех типов отсутствием качественной компоненты информации и однозначностью записи.

Комплексный характер текстового носителя объясняется его достаточно гибкой внутренней структурой, способной организовать информацию не только на K_1 -основе, но даже C_i - и E_i - , а кроме того включать в себя в качестве собственных компонентов любой из перечисленных видов ${}_nSSS$. Приведенные представители ${}_nSSS$ упорядочены в перечнях по мере возрастания их структурной сложности и каждый последующий член включает предыдущие в качестве разновидностей. Разберем это на примере K_2^2 .

Перечень — элементы перечня в общем случае неупорядочены ${}_iE^0$ и ${}_nSSS$ отсутствует. **Список** — это перечень, привязанный к условному, упорядоченному носителю, например, к числовой оси или алфавиту (${}_nE^1$). **Каталог** — это список с упорядоченным по одному признаку набором элементов (${}_iE^1$). **Таблица** — это каталог или список в совокупности с параллельными списками признаков-параметров одинаково упорядоченных по принадлежности к каталогизированному (или первому слева) столбцу объектов или признаков, тогда как связи в таблице могут быть двухмерны, а внутренне неупорядочены (${}_nE_-^2, {}_iE_-^0$). Линейная **классификация** образуется из каталога путем разбиения всего интервала значений упорядоченного признака на полуусловные группы. В этом случае происходит трансформация ${}_nSSS$ из условного в имманентный для данного набора элементов. Дальнейшая разработка ${}_nSSS$ возможна двумя путями:

1. Один из интервалов выбирается за базисный (C^2) и вся ${}_nSSS$ перенормируется по нему (метрика блеска Погсона, см. 3).

2. Весь интервал значений искусственно разбивается на число установившихся классов и получившаяся доля интервала принимается за единицу измерения (введение искусственной доли эклиптики в Новом Вавилоне),

Метризованные таким образом ${}_nSSS$ служат основой дальнейшего развития (построения графиков, диаграмм и т.п.).

На примере изображения звездного неба рассмотрим использование системного метода для обозначения различных вариантов карт (рис. 1).

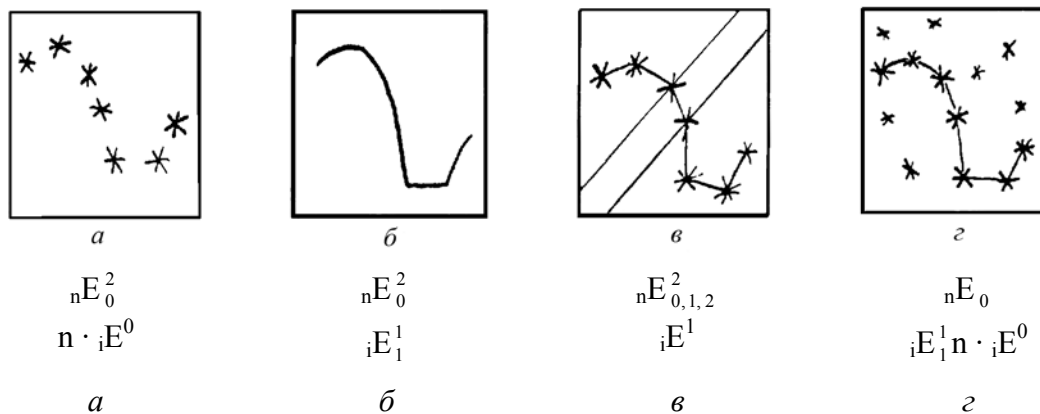


Рис. 1.

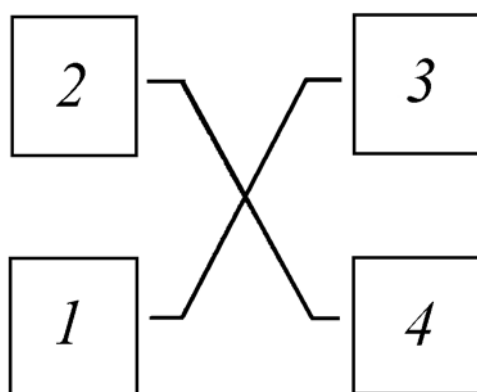


Рис. 2.

На рис. 2. X — любой системный компонент, поле 1 - n или i , поле 2 — I_n или Out, поле 3 — n_{\max} , поле 4 — дополнительные элементы SSS, по умолчанию в полях 1-3 принимается всё, а в поле 4 — от 0 до n_{\max} . При отсутствии анализа в любом поле ставится "-".

3. Предварительный анализ истории развития некоторых SSS.

Историй первых SSS дошла до нас частично в переписанном, частично в фрагментарном виде. Кроме того, первые этапы развития SSS характеризуются сильным автохронизмом и разнообразием и поэтому создание полного гомоморфного образа всей истории звездной астрономии — большая работа чисто исторического характера. Поэтому в качестве материала для примера использования модели DS выбраны основные этапы линии: шумеры — Вавилон — Ассирия — Новый Вавилон — Древняя Греция — Рим — Возрождение — Западная Европа.

Все сведения и исторические выводы этого раздела, на которые не дается ссылка, почерпнуты из работы [3]. Мы оставили за собой лишь право создания системной модели и системной интерпретации этих фактов (Табл.).

I этап. Шумеры. До 2000 г. до н.э.

С появлением и исчезновением отдельных звезд (${}_iE^0$) связывалось начало и окончание сезонных работ. Звезды наделялись мифологическими и божественными чертами (C^1) и потенциально бесконечным набором свойств.

II этап. Вавилон. 2000–1000 гг. до н.э.

Эклиптика разделялась на 28 лунных «станций» или 12 созвездий зодиака (${}_iE^1$). В текстах на глиняных табличках (${}_nE^0$) перечислялись 36=3×12 звезд, которые скорее служили пространственными приметами (${}_iK_1^1$) для частей эклиптики. Отдельные звезды и созвездия вне пояса зодиака, видимо, не использовались и не описывались.

III этап. Ассирия. 1000–600 гг. до н.э.

Ассирийцы, усвоив культуру древних вавилонян, систематизировали их знания. Впервые появились упоминания о списках для тех же 36 звезд. Кроме того встречаются изображения многих созвездий (${}_iE^1$) и знаков зодиака (${}_iK_2^2$), которым приписывается астрологическое значение. В целом это был период развития ${}_nSSS$.

IV этап. Новый Вавилон. 600–200 гг. до н.э.

После 604 г. «все древние вавилонские традиции были восстановлены» [3, с. 50]. Наиболее характерен обзорный список созвездий (зодиака и ряда дополнительных), а кроме того были распространены: 1) список около 30 отдельных звезд (${}_nE^0$) с указанием дат их гелиактических восходов (${}_iK_4^4$); 2) список, связывающий

восход одной звезды с заходом другой (${}_nE^1, {}^0E^0, {}^1E^1, K_4^4$); 3) список с угловыми расстояниями по долготе между различными звездами (${}_nE^1, {}^0E^0, {}^1E^1, K_1^1$). Впервые от качественного обозначения частей зодиака был совершен переход к его искусственному делению на 12 одинаковых секторов (${}_iC^2, K_1^1$). Впервые появились списки с методическими указаниями взаимосвязанного наблюдения двух звезд (C^2).

В целом этап ретроспективно-синтетический в начале и методологически-принципиальный в конце. Переход от $N_s=1$ $N_s=2$.

IVа этап. Античная Греция. 600–100 гг. до н.э.

Мифология постепенно сходит со сцены, заменяемая четкими геометрическими канонами и метафизическими принципами (${}_iC^2$). Из наиболее ранних известны высказывания Анаксимена (1) о звездах — позолоченных шляпках гвоздей на хрустальной сфере, в то же время они регулярно удаляются в пространстве (${}_iK_3^3$). В середине этого периода Евдокс (2) составил детальное описание неба, созвездий и звезд, но лишь Евклид добавил к нему математическую теорию кругов на сфере (${}_iC_2^2$). Платон (3), поместив звезды на первом, многоцветном наружном кольце своей модели, придал им сферическую форму «для сходства с Всецелым», состоящую из огня, «чтобы они выглядели яркими и прекрасными» [3, с. 113–114]. Физическое трехмерие их «внешности», (${}_iC^2$) удивительно сочеталось у него с внутренней «божественной сущностью» звезд (${}_iC^1$). Но уже Аристотель «нормировал» эти представления — звезды состояли у него из пятого элемента (${}_iC_2^2$) эфира. И, наконец, у Аристила и Тимохариса (5) мы впервые встречаем измерения склонений и долгот ряда звезд, что определило задание метрической основы и для поверхности небосвода (${}_iE_2^2, {}^1C_2^2$). Это определило и появление небесных глобусов Архимеда (6), но на них часто наносились лишь фигуры созвездий. И, наконец, Гиппарх (7) впервые составил каталог с указанием долгот и широт относительно эклиптики для 850 звезд, которые кроме того впервые были разделены на 6 классов блеска. Однако, в этот период так и не была создана работа, полностью описывающая небо на основе разработанных принципов кинематического и метафизического свойства.

V этап. Римская империя. До 200-х гг. до н.э.

Работами Птолемея по всеохватывающему объединению знаний и приведению их к научной картине заканчивается античная астрономия. К каталогу Гиппарха он добавил ряд звезд, разделив их на «бесформенные» (${}_iE^0$) и входящие в созвездия (${}_iE^1$), причем положение звезд по-прежнему привязывалось к частям мифологических существ (${}_iC^1$), а созвездия указывались едва заметными линиями неброских цветов. Описывался принцип изготовления небесного глобуса с использованием цвета для различных звезд, вводился цвет для деления звезд на небе, но для Сириуса он еще носил астрологический характер. Кроме того было дано физическое описание Млечного пути со светлыми и темными частями, которое существовало вплоть до XIX в. (${}_iC^2, {}_iK^2$)

VI этап. Возрождение. 1400–1600-е гг.

Великий переворот Коперника не затронул неподвижную сферу со звездами, которая была лишь удалена на очень далекие расстояния. В конце XVI в. Т. Браге издал каталог, который отличался от птолемеевского большей точностью и за 26 лет нанес на небесный глобус звезды с точными координатами. А в 1603 г. Байер

(10) издал небесный атлас «Уранометрию», в котором звезды созвездий обозначались буквами греческого алфавита по мере убывания их блеска. Вне созвездий звезды оставались «безымянными». Это был поистине синтетический атлас, и поэтому вплоть до XVIII в. его не удавалось превзойти в насыщенности информации. Мало того, наметилось объединение — на атласах видное место стали занимать фигуры созвездий, а звезды были еле заметны. Работа Бруно (9) о бесконечности звездных систем в пространстве Вселенной (\bar{E}^3 , \bar{C}^1 , \bar{K}^3) не нашла полной поддержки у Кеплера и Галилея, для которых звездная сфера была по-прежнему бесконечно удаленной, и оставалось неясным, находились ли звезды на одинаковых или разных расстояниях [4].

VII этап. Западная Европа. 1700–1900 гг.

Остановка развития SSS на K_1 -основе «прикрывала» мощное развитие ос- тальных компонентов K_i ; Т. Браге (1573) издал книгу о новой звезде (iK^4), Э. Галлей (1718) впервые установил собственные движения звезд (iK^3), Бугер (1729) приступил к экспериментальной оценке блеска звезд (iK^2). Любопытно, что по- следовательность «распечатки» системного ключа обратна, а «стартовавшая» по- следней K_2 -линия оказалась доминирующей. Д. Гершель (11) впервые расположил южные звезды в порядке возрастания блеска, заложив тем самым основу для но- вого вида n SSS на K_2 -основе. Погсон (12) впервые ввел искусственную метриче- скую единицу блеска, которой пользуются и до сих пор. К концу XIX в. Г. Мюллером и П. Кэмпформ были проведены миллионы фотометрических изме- рений звезд, и практически все множество звезд было метризовано (iC^3 , iK_2^2). Параллельно этому, с работ Д. Гершеля (1830-е) начала развиваться вторая часть K_2 -основы. Секки (13) ввел 4 класса спектров для изученных 4000 звезд. К концу века этот признак после оценки многих тысяч звезд ранжировали на 6, затем 24 и окончательно на 7 основных классов (А. Дж. Кэннон). Попытка перейти к полно- стью формализованной метрической оценке (C^2) от качественной предпринял Фр. Крюгер (1899), но Визлинг и Шейнер (1905–1910) показали, что переход от распределения интенсивности по спектру через формулу Планка к поверхностной температуре звезд требует выравнивания по эмпирическим данным. Таким обра- зом, к началу XX в. было подготовлено два параметра для оценки внутренних свойств звезд и в 1900 г. Локьер соединил их вместе. Системный анализ этого этапа показывает, что развитие различных компонентов в общем повторяет один и тот же цикл развития, причем K_i -линия идет с заметным опережением (к 1900 г. была заложена метрическая основа для определения 3-мерных координат звезд в про- странстве), что системно объясняется ее положением в DS, а исторически — пер- вичностью развития.

III этап. Мировая наука. С 1900-го г.

Схема Локьера оказалась неудачной, и в 1905 г. Герцшпрунг заложил основы плоской диаграммы спектр-светимость, которую Рессел привел к стройному виду «абсолютная звездная величина — спектральный класс». С тех пор «содержимое» этой системы обогатилось возрастом различных групп и эволюционными треками (iK_4^4), различием по пространственному (iK_1^1) и кинематическому (iK_2^-) признаку [5], но если светимость определяется как параметр, то цвет, спектральный класс до сих пор остается признаком [7, 6]. И до сих пор эволюция звезд рассматривается как эволюционный трек (iE^1) отдельной звезды (iE^0) на плоскости диаграммы (iE^2). Поэтому напрашивается чисто системный прогноз: рассматривать движение по- следовательностей целиком (iE^1), которое может являться проекцией движения в параметрическом пространстве более высокого уровня (iE^n). Космогоническая

интерпретация может быть следующей: расслоение всех последовательностей является следствием дискретного эволюционного сдвига зон устойчивого состояния (на Г-р диаграмме параллельный сдвиг последовательностей соответствует различным периодам звездообразования) в сторону увеличения масс и размеров [8].

4. Выводы

Системная и историческая логики моделирования имеют изоморфные элементы, что позволяет создавать системно формализованные модели истории развития астрономии с использованием моделей типа «развитие системы данных».

В результате предварительного анализа гомоморфной модели развития звездных представлений выявлена поэтапность и каждому этапу сопоставлен логический шаг в модели DS. При этом, каждая локальная история нового компонента SSS повторяет его глобальную историю, что неизбежно приводит к снижению методологического критерия строгости и структурной сложности, повышению роли интуитивной компоненты познания.

Системное моделирование подтвердило, с одной стороны, важный гносеологический вывод о фундаментальности размерных представлений [9], однако, с другой стороны, системные выводы идут вразрез с часто встречающимся утверждением о исторической неизменности трехмерной пространственной модели формализованного знания. Анализ показал, что в ходе развития систем звездных представлений общая пространственная концепция неоднократно менялась и можно четко выделить этапы 0, 1, 2, 3-й размерности, границы между которыми во времени совпадают (с некоторым запаздыванием) с границами между различными культурными эпохами. Поэтому представляется весьма актуальным детальное системное исследование подробностей истории развития систем астрономических представлений с целью создания прогностической модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сухонос С.И.* Пространственная модель системы данных. — Тезисы докл. конф. «Основные направления повышения эффективности общественного производства». Волгоград, 1983, с. 62–65.
2. *Сухонос С.И.* Определение понятия системы. — Тезисы докл. конф. «Кибернетика и проблемы управления научн.-техн. и соц.-экономич. прогрессом». Волгоград, 1982, с. 17–23.
3. *Паннекук А.* История астрономии. — М.: Наука, 1966, 592 с.
4. *Кеплер И.* Разговор со звездным вестником, недавно ниспосланным, смертным Галилео Галилеем, педуанским математиком. — В кн.: О шестиугольных снежинках. М.: 1982, с. 5–32.
5. *Шкловский И.С.* Звезды, их рождение, жизнь и смерть. М.: Наука, 1977, 384 с.
6. *Ленг К.* Астрофизические формулы. М.: Мир, 1978, 383 с., т. 2.
7. *Аллен К.У.* Астрофизические величины. М.: Мир, 1977, 446 с., 2-е изд.
8. *Сухонос С.И.* Принципы масштабной симметрии в оценке естественных систем. — В кн.: Проблемы анализа биологических систем. М.: МГУ, 1983, с. 90–112.
9. *Горелик Г.Е.* Почему пространство трехмерно? М.: Наука, 1982, 167 с.

Этапы развития систем звездных представлений
с системными характеристиками уровня их сложности

Этап	Годы	Наиболее характерные Базы данных	Системная характеристика									Наиболее характерные	Системная характеристика								
			Е			С			К				Е			С			К		
			2	3	4	2	3	4	2	3	4		2	3	4	2	3	4	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
I	2000	Мифы	1	∅			1	-	-	-	-	Звезды		∅			1			4	4
II	1500	Тексты										Звезды пояса Зодиака	1 0	∅ 1			1			1	1
III	800	Списки Изображения	1	1	-	-	1		-	2	2	"-" Созвездия	"-"	1			1			2	
IV	400	Таблицы Обзорный список	1 0	∅ 2			1					Доли эклиптики Созвездия и звезды		1			2			1	
IVa	400																				
1	500	Поэмы (?)	0	1		-	1			-		Звезды	1 0	2 ∅	2		1		-	2	
2	400	Описание	0	1		-	1			-		Звездное небо	1 0	1 2	-		1			1 2	1 -
3	300	Поэтическое описание	0	1		-	1			-		«Звездное кольцо», звезды	0 1	2 3		0 1	1 1		0 1	2 2	- 2
4	300	Энциклопедические описания	0	1		-	1					Звездная сфера звезды	0 1 1	3 2 3	- - 1		2 - 2		-	2 - 2	-
5	200	-				-						Звезды	0	2		0	2	2		1	1
6	200	Глобусы	1 0	2 3			-			1 1		Созвездия	1 0	1 2	1 2		1 -			1 -	
7	100	Каталог		1			1			-		Звезды на сфере	0	2	2	0	2	2		1	1
V	100	Сочинения Каталог		- 1			- 1			- -		Созвездия Звезды	0 0	2 2	- 0	1 2	2 2		- 2	2 2	- -
VI	1500	Книга					-					Звездные системы		3	-	-	1	-	-	3	-
10	1603	Атлас		2			2			2		Созвездия и звезды		2			2			2	
VII	11	1835	Классификация	1 -		0 1	2 1			2 -	2	Блеск звезд		1			1			2	2
12	1850	-		-			-					Метрика блеска		-			2	-		-	
13	1865	Классификация		- -		1 1	2 1			- -	2	Цвет звезд		1			1			2	2
14	1899	-					-					Метрика цвета		-			2	-		-	
15	1900	Каталоги		1		1	1			2	2	Звезды (блеск, цвет)		1			3	-		2	2
16	1900	Диаграмма		2			2			2		Звезды («спектральный класс — светимость»)		2			2			2	

Примечания:

1) ∅ — ноль; O — Out; I во 2 колонке — In;

2) годы указаны для средних значений дат, до V этапа — до н.э., после V — н.э.