

Copyright © 2020 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 E-ISSN: 2413-7499
 2020, 6(1): 23-34

DOI: 10.13187/rjar.2020.1.23
www.ejournal28.com



Visual and Instrumental Observations from the Spacecraft

Viktor P. Savinych ^{a, b, *}

^a Russian Academy of Cosmonautics named after K.E. Tsiolkovsky (RACT), Russian Federation

^b Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation

Abstract

The article examines space visual-instrumental observations used in observing space objects and phenomena. Visual instrumental observations include: observation by the human eye, the human eye and an optical device, only an optical or photogrammetric device. The article describes the features of observation of moving objects in outer space. The article proves that there is a distorted perception of the size of fast-moving objects in outer space. The article describes the distortion of the color perception of fast-moving objects in space. The article proves that the purpose of visual-instrumental observations is to build scenes and achieve a holistic perception or gestalt. The article shows the importance of perception, reception and apperception in visual and instrumental observations. Experimental observations of space objects are given. The article proves that the angular measurements of space objects are a stable quantity and can be the basis for visual space observations. Angular measurements of space objects can be used in comparative analysis and comparative planetology.

Keywords: space exploration, visual observations, instrumental observations, fact-fixing models, angular measurements, the integrity of perception, scene construction.

1. Введение

Визуально-инструментальными наблюдениями называют наблюдения и измерения, которые проводят с использованием человеческого зрительного аппарата и оптических приборов. Приборы используют для специальных спектрометрических измерений и фотофиксации. Визуально-инструментальные наблюдения выполняют на земной поверхности, на воздушных носителях и на космических аппаратах. Все визуально-инструментальные наблюдения включают геометрический анализ и спектрально-энергетический анализ. В ряде случаев эти наблюдения дополняются методами пространственной логики (Цветков, 2019). Пространственная логика тесно связана с когнитивным анализом и когнитивным моделированием (Tsvetkov, 2015). Наземные и воздушные наблюдения используют для наблюдений объектов и явлений на поверхности Земли и на поверхности мирового океана. В целом они исследуют характеристики объектов и явлений в инфосфере (Иванников и др., 2013). Космические визуально-инструментальные наблюдения имеют свою специфику и качественно отличаются от наземных и воздушных наблюдений. Для космических наблюдений характерна иная контрастность наблюдаемых объектов и высокие скорости движения наблюдаемых объектов и носителя наблюдений – космического аппарата. Визуально-инструментальные наблюдения имеют разные варианты

* Corresponding author

E-mail addresses: president@miigaik.ru (V.P. Savinych)

реализации. Они допускают наблюдение человеческим глазом, человеческим глазом + оптический прибор, инструментальное наблюдение (например, фотоснимок). В основе наблюдения человеком лежит теория видимости. В основе обработки и применения снимков лежит фотограмметрия, геометрия и проективная геометрия. Теория видимости анализирует два направления: композиция объект-фон; композиция среда-оператор. В рамках наблюдений решают задачу целостности образа или гештальта (Tsvetkov, Maslov, 2014). Теория видимости (Каган, 1968) решает комплекс задач, некоторые из которых применимы к космическим исследованиям. Теория видимости для космических исследований является пока недостаточно освоенным, поэтому данная тематика является актуальной.

2. Обсуждение и результаты

Визуальные наблюдения

Особенностью визуальных наблюдений из космоса является рецепция информации (Цветков, 2016a) оператором и подключение когнитивного пространства (Tsvetkov, 2015) оператора к приему информации. Космические наблюдения используют оптическую и фотограмметрическую аппаратуру. Визуальные наблюдений без использования аппаратуры, также позволяют зафиксировать ряд явлений, как например (Савиных, 1991): явление Глена; дневное свечение атмосферы; ночной светящийся слой атмосферы; серебристые облака (Савиных, Цветков, 2019).

Визуальные наблюдения оператора дополняют наблюдения с помощью приборов. Они в основном служат основой качественного анализа космической информации (Зверев и др., 1996). При длительных космических полетах не только возрастает доля информации, поступающая на зрительный анализатор (ЗА) космонавта, но и увеличивается психофизическая нагрузка, которая влияет на восприятие и анализ нагрузка (Савиных, Соломатин, 1993).

Зрительный анализатор в космосе дает 95 % всей информации о внешней среде (Савиных, 1991). Поэтому ЗА можно рассматривать с аппаратных позиций как инструмент. Важнейшими характеристиками ЗА как инструмента являются объективные для многих оптических приборов частотно-контрастная характеристика и пороговая чувствительность, а также субъективные характеристики человеческой сенсорной системы, инерция фиксации изображения и субъективное цветовое восприятие.

Человеческая сенсорная система включает восприятие и анализ. Зрительное восприятие включает процессы рецепции, перцепции (Номоконова, 2020) и апперцепции (Сабирова, Мухарлямова, 2015). Зрительный анализ включает: когнитивный анализ (Seamster, Redding, 2017), извлечение неявных знаний (Sigov, Tsvetkov, 2015), включение пространственной логики (Kudzh, Tsvetkov, 2020) и интерпретацию информации (Чехарин, 2015).

Основные характеристики зрительного анализатора наблюдателя

Зрительный анализатор обладает возможностью самонастройки. Существует понятие оптическая система глаза (Савиных, Фимин, 1998). При наблюдении предметов на разных расстояниях происходит аккомодация, которая позволяет менять фокусное расстояние глаза. Напомним, что аккомодация состоит в возможности увеличения преломляющей силы глаза для получения четкого изображения на сетчатой оболочке. Обычное фокусное расстояние глаза примерно равно 17 мм. Его изменение – первый этап самонастройки глаза или его адаптация к внешним условиям. Второй этап самонастройки состоит в возможности изменения зрачка глаза. Радужная оболочка образует входной зрачок глаза. Диаметр зрачка глаза меняется в зависимости от освещенности в обратной пропорции. Чем слабее освещённость, тем больше диаметр зрачка и наоборот.

Сетчатка глаза содержит светочувствительные клетки: колбочки и палочки. Колбочки большей частью размещаются в центральной части, угловой размер которой составляет $1,36^\circ$. Они отвечают за дневное или основное центральное зрение. При перемещении к периферии число колбочек уменьшается, а число палочек сначала растет. Палочки отвечают за периферическое боковое зрение и ночное зрение. У оптиков есть поговорка: «Если хочешь увидеть слабую звезду, не смотри на нее». Это имеет вполне логическое объяснение так как порог чувствительности палочки выше и краем глаз можно увидеть слабое свечение, которое центральная часть глаза не воспринимает.

Таким образом, колбочки и палочки комплементарны, они дополняют друг друга. Они функционируют при разных уровнях освещения и совместно создают зрительную картину или пространственно цветовой образ.

Глаза как оптическая линза создает уменьшение и перевернутое изображение предмета. Однако психофизические процессы переворачивают изображение в соответствии с его положением в пространстве. Этот механизм работает в прямом и обратном направлении. Проводились эксперименты по длительному наблюдению объектов окружающего мира человеком в позе вниз головой. С течением времени у него выработалось восприятие правильного положения объектов, соответствующего их положению в пространстве по отношению к земной поверхности. На земной поверхности это возможно в силу того, что земная поверхность играет роль внешней «опоры» для зрительного восприятия. В космосе такой внешней опоры нет и космонавт использует «внутреннюю зрительную опору» – кабину корабля.

Как элемент самонастройки хрусталик обладает возможностью изменять преломляющую силу. Диапазон изменений 19-33 диоптрий. Напомним, что диоптрия есть единица оптической силы линзы с фокусным расстоянием один метр. Это обеспечивается в основном передней поверхностью глаза и возможностью взаимного перемещения слоев тела хрусталика.

При построениях изображений пространственных образов с помощью глаза как оптической системы упрощают схему глаза как линзы, заменяя её одной преломляющей поверхностью. Такая оптическая модель построения изображений при помощи глаза называется *редуцированной (упрощенной)*. Эта модель обычно имеет одну узловую точку, расположенную на расстоянии 6,8 мм сзади роговицы.

Как уже отмечалось в космосе характерно длительное визуальное наблюдение. Первоначально зрение космонавта и его психофизическое состояние можно охарактеризовать нормальное. Специфика освещения космических объектов и наблюдения приводит к утомлению, что требует периодического отдыха и восстановления нормальной способности зрительной системы. При наличии «зрительной опоры» у человека имеет место относительно устойчивое сведение и разведение зрительных осей двух глаз. Это необходимо для стереоскопического восприятия объектов на разных расстояниях. В оптике эти процессы называют конвергенция и дивергенция. В космосе при отсутствии «зрительных опор» эта способность может ослабевать. То же самое касается длительных космических полетов. Поэтому на борту должно находиться устройство для тестирования и сохранения способности дивергенции и конвергенции.

Функциональные характеристики зрения человека в земных условиях даны в (Савиных, Цветков, 2001). В космосе эти характеристики меняются. Поэтому необходим периодический каллометрический контроль состояний зрительного аппарата космонавта.

При визуально-инструментальных наблюдениях пространственных объектов в космосе наиболее важными являются две группы характеристик: оптические и геометрические. Следует выделить ряд особенностей зрительного аппарата человека в сравнении с оптическими системами (Савиных, Цветков, 2001). У человека присутствует более высокая пороговая чувствительность зрения в видимой области спектра до 10" Вт. Человек более оперативно реагирует на динамику ситуации и ее изменение. Высокая разрешающая способность до 1' в большой зоне наблюдения. Большинство оптических приборов имеют ограниченную угловую зону. Человек обладает ассоциативной селективностью, которая состоит в возможности выделения пространственного объекта по ассоциативным или стереотипным связанным признакам. Для сравнения оптические приборы переносят образ видимой части объекта точка за точкой в изображение на снимке. В отличие от прибора, для которого резкое увеличение яркости может забивать все изображение, у человека есть способность самонастройки, что создает устойчивость к световым помехам. Фотокамеры и оптические приборы переносят образ видимой части объекта точка за точкой механически в изображение на снимке. В отличие от этого человек обладает свойством генерализации, которое состоит в способности обобщения мелких деталей в крупный образ.

В тоже время усталость снижает качество зрительного восприятия и требует периодического отдыха и восстановления. Важно, что наблюдательные и аналитические способности сочетаются в одной зрительной системе. Оптические системы не конкурентоспособны с визуально-инструментальными способностями человека.

Конкуренцию человеку может составить только оптический робот, обладающий теми же возможностями по самонастройке, что и человек.

В процессе визуально-инструментальных человек ассоциативно устанавливает глаз так (Савиных, Фимин, 1998), что изображение объекта O (Рисунок 1) попадает в центральную ямку f желтого пятна.

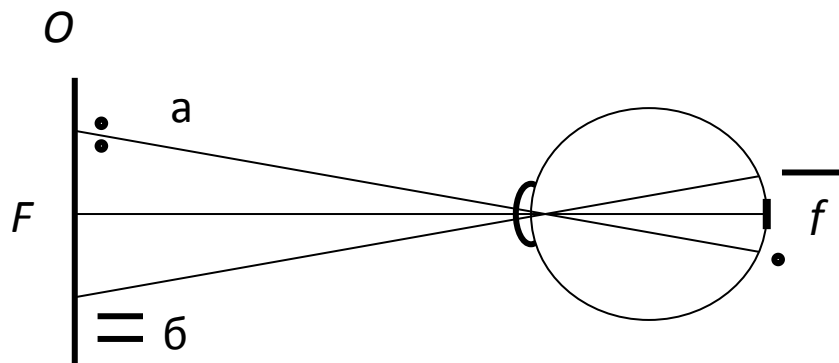


Рис. 1. Геометрическая модель зрительной системы

Пересечение зрительной оси глаза (или главной оптической оси в приборах) с плоскостью рассматриваемого предмета O называется точкой фиксации монокулярного зрения F . Следует отметить, что зрение человека всегда плоскостное, а не объемно как у некоторых насекомых. Человек фокусирует зрение на определенной плоскости и рассматривает ее. По мере необходимости он переносит зрение ближе или дальше и последовательно сканирует весь объект.

Поле зрения человека превосходит поле зрения большинство оптических прибором. По горизонтали оно составляет 150° , а по вертикали 120° . При этом следует отметить, что центральные и боковые предметы человек видит по-разному, что обусловлено механизмом палочек и колбочек. В силу этого существует понятие *угол отчетливого зрения*. Для обозрения больших предметов человек поворачивает голову и глаз для попадания частей предмета в угол отчетливого зрения.

Человек по-разному воспринимает точки и линии. Две точки не воспринимаются отдельно, если их изображения попадают в одну колбочку. Аналогичная ситуация имеет место при попадании точек на один пиксель в сканирующей системе. Однако если они попадают на два соседних пикселя, то они различаются. В отличие от этого, наблюдатель видит точки отдельно, если между их изображениями на сетчатке имеется нераздраженная клеточка – колбочка или палочка. Отсюда предельная острота зрения определяется углом, под которым из задней узловой точки глаза виден диаметр колбочки.

Минимальный угол, для которого человек видит две соседние точки, задает остроту монокулярного зрения первого рода (Рисунок 1 а). Опытным путем получена оценка примерно $45''$. Минимальный угол, для которого человек видит две соседние линии, задает остроту монокулярного зрения второго рода (Рисунок 1 б). Опытным путем получена оценка примерно $20''$. Благодаря этой закономерности космонавт с большей точностью наблюдает линейные объекты чем точечные.

При стерео зрении или стерео наблюдении количество информации возрастает (Бобир и др., 1974).

При стерео наблюдении один угол монокулярного зрения заменяется информационным полем отчетливого бинокулярного зрения. Это информационное поле формируется за счет пересечения двух зон отчетливого зрения. При заданной точке фиксации F (Рисунок 1) бинокулярного зрения человек четко различает предметы, находящиеся в информационном поле отчетливого зрения. На практике получена оценка в $70'$.

Остротой бинокулярного зрения первого рода называют наименьшую разность углов двух соседних точек, при которой заметна разность их глубин. Опытная оценка дает значение $30''$.

Остротой бинокулярного зрения второго рода называют наименьшую разность углов двух соседних линий, при которой заметна разность их глубин. Опытная оценка дает значение $10''$.

Таким образом, для монокулярного и бинокулярного зрения линейные объекты различаются лучше и определяются с более высокой точностью по сравнению с точечными.

Зрительная система как сложная оптическая система.

Восприятие пространственных объектов в оптическом диапазоне может быть описано средствами системного анализа. Для этого надо ввести модель сложной системы, которая описывает процесс построения изображения.

В этом случае процесс визуально-инструментальных наблюдений имеет параметрическое описание, которое позволяет проводить анализ параметров и моделировать различные ситуации. Для каждого объекта или процесса существует понятие ключевые параметры. Эти ключевые параметры задают модель системы визуально-оптических наблюдений (СВОН) в виде следующего кортежа.

$$\text{СВОН} = \langle \text{ЗА}, \text{ОТ}, \text{Ц}, \text{ЕР}, \text{ИТ}, \text{V}, \text{S} \rangle.$$

ЗА — характеристики зрительного анализатора; ОТ — способ отображения наблюдаемой информации; Ц — цели наблюдения; ЕР — параметры внешней среды ИТ — тип информации; V — плотность информации; S — структурная сложность информации; Ключевые параметры можно разделить на группы:

- технические показатели;
- информационно когнитивные интеллектуальные показатели;
- психофизические индивидуальные показатели.

Первая группа показателей характеризует систему наблюдения и условия наблюдений. Вторая группа показателей характеризует интеллектуальные способности и накапливаемый опыт. Третья группа показателей характеризует индивидуальные способности и состояние при наблюдениях (усталость, работоспособность).

Особенности наблюдения подвижных и условно неподвижных объектов.

Оптические наблюдения человека зависят от физиологических процессов. Фиксация подвижных и неподвижных объектов происходит под воздействием чаще отраженного света, который воздействует на сетчатую оболочку глаза. Оптическая фиксация связано с геометрическими (круг, цилиндр, нерегулярная поверхность) и фотометрическими характеристиками (ярко, темно) объектов. Существует понятие субъективная яркость изображения. Она не связана с освещенностью изображения, а определяется условной яркостью изображения на сетчатке. Эта условная яркость изображения зависит от подвижности объекта.

На [Рисунке 2](#) приведена схема формирования изображения подвижного объекта.

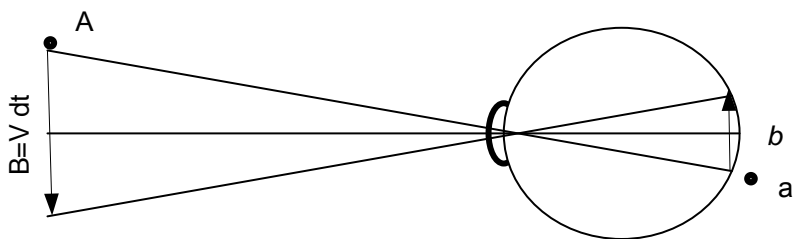


Рис. 2. Схема формирования изображения подвижного объекта

Возможны два случая наблюдения и восприятия пространственного объекта: подвижный и условно неподвижный. Термин условно неподвижный характерен для космических наблюдений поскольку неподвижных объектов в космосе нет. Подвижность — неподвижность определяется появлением смаза изображений. На [Рисунке 2](#) приведен объект А, который воспринимается наблюдателем как точка а. Это условно неподвижный объект. Звезды или небесные тела с отраженным светом можно считать точечными объектами, если их размер в условиях темноты не более $15'$. Для точечного объекта и условно неподвижного объекта яркость характеризуется *блеском*.

На [Рисунке 2](#) показан подвижный объект В, который движется со скоростью v . Реальное время наблюдения конечно и равно dt . В космосе объекты движутся с большими скоростями и объект за время наблюдения может переместиться на расстояние $B = v dt$. Именно это расстояние будет восприниматься наблюдателем как единый объект. Он будет восприниматься как отрезок b . То есть один и тот же объект в зависимости от скорости движения может восприниматься как точка или как отрезок. На [Рисунке 2](#) показан размер b , который измеряется не в линейных единицах, а в угловых. Угловой размер, определяющий линейный размер объекта, уменьшается на светлом фоне. Движущиеся объекты характеризуются угловыми единицами. Движущиеся объекты воспринимаются как линейные, что затрудняет определение их реальной формы.

Подвижные объекты вызывают не только неверное геометрическое восприятие но и неверное цветовое восприятие. С учетом этого на борту космических станций и космических аппаратов устанавливают специальные устройства колориметры. Эти устройства предназначены для проведения цветовых измерений объектов ([Лазарев и др., 1983](#)) и эталонирования. Необходимо отметить, что использование этой технологии в космосе существенно отличается от аналогичной технологии в наземных условиях.

Восприятие цвета объекта зависит от следующих показателей: спектральная чувствительность или воспринимаемость субъекта, субъективное влияние яркости, зависимость восприятия цвета от угловых размеров, зависимость восприятия цвета от временных параметров, зависимость восприятия цвета от частоты наблюдения.

Спектральная чувствительность или спектральная воспринимаемость субъекта заключается в изменении чувствительность глаза в разных областях спектра. При этом имеет место и обобщенная зависимость изменения и частная для каждого наблюдателя.

Субъективное влияние яркости состоит в том, увеличение яркости объекта в отраженном или падающем цвете приводит к смещению цветового диапазона наблюдателя. Например, увеличение яркости объекта в длинно – и средневолновой областей спектра при водит к смещению цветового восприятия в область желтого цвета со снижением восприятия в других областях. Для подвижных объектов это имеет важное значение поскольку может срабатывать эффект Доплера, который усиливает цветовой смещение.

Зависимость восприятия цвета от угловых размеров состоит в том, что изменение цветового восприятия имеет место при уменьшении угловых размеров объекта. Эта закономерность существует во всех спектральных диапазонах начиная для угловых величин менее 1° .

Зависимость восприятия цвета от временных параметров заключается в декомпозиции сочетания цветов для разных интервалов наблюдений. Космические объекты могут появляться в поле зрения космонавта в течение нескольких секунд. Это создает неадекватное представление о реальной яркости и цветосодержании подвижного объекта.

Частота наблюдения является важным фактором, влияющим на цветовое восприятия. Обтюратор перед иллюминаторов дает прерывистое изображение, а на снимке траекторию полета заменяет цепочкой штрихов.

Среднечастотные наблюдения приводит к неадекватному восприятию цветовых диапазонов. Высокочастотные практически дают аналог цвета. Исследования ([Зверев и др., 1996](#)) показали, что минимальное время, требуемое для проведения адекватной оценки цветовых характеристик составляет 10-15 секунд.

Угловая оценка объектов космического пространства.

В астрономии и визуально-инструментальных наблюдениях в космосе применяют не линейные, а угловые единицы для оценки размера объекта. Это обусловлено неопределенностью положения объекта в космическом пространстве, а также с временем его появления в поле зрения оператора. На [Рисунке 3](#) приведена схема визуально-инструментальных наблюдений в космосе.

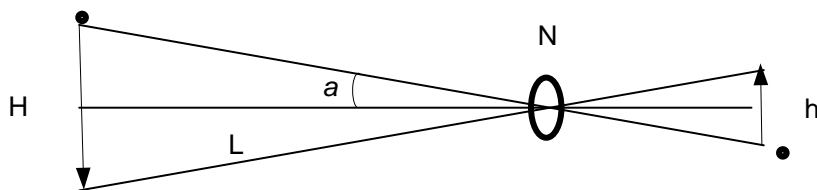


Рис. 3. Схема наблюдений в космическом пространстве

На [Рисунке 3](#) введены следующие обозначения: H – реальный линейный размер объекта, h – наблюдаемый размер объекта, L – реальное расстояние до объекта, a – половина углового размера объекта, N – линза прибора или хрусталик глаза. Реальный линейный размер объекта определяется как

$$H = 2 L \operatorname{tg} a$$

Существует понятие фактофиксирующие ([Цветков, 2016b](#)) и интерпретирующие ([Чехарин, 2015](#)) модели. В случае для [Рисунка 3](#) фактофиксирующими моделями являются a и h . Интерпретирующей моделью является H , поскольку часто L – реальное расстояние до объекта либо неизвестно либо известно приближенно. Поэтому надежной оценкой размеров объекта является величина $2 a$. На [Рисунках 4-6](#) приведены результат визуально-инструментальных наблюдениях Луны при разных угловых размерах.



Рис. 4. Визуально-инструментальное наблюдение Луны расстояние 30 000 км. Угловой размер $6^{\circ} 16' 36''$



Рис. 5. Визуально-инструментальное наблюдение Луны расстояние 60 000 км. Угловой размер $3^{\circ} 13' 37,7''$



Рис. 6. Визуально-инструментальное наблюдение Луны расстояние 6 825 км.
Угловой размер $23^{\circ} 24' 53''$

На [Рисунке 6](#) расстояние наблюдения близко к размеру радиуса Земли. Общий вывод по рис.4-6 в том, что угловое расстояние является устойчивой величиной, в то время как расстояние необходимо определять дополнительно и если оно неизвестно, то только угловые измерения дают фактическую оценку размера объекта. На [Рисунке 7](#) приведен результат визуально-инструментального наблюдения Марса.



Рис. 7. Визуально-инструментальное наблюдение Марса расстояние 30 000 км.
Угловой размер $11^{\circ} 40' 22,3''$

На [Рисунке 8](#) приведен результат визуально-инструментального наблюдения спутника Марса Фобос.



Рис. 8. Визуально-инструментальное наблюдение спутника Марса Фобос
расстояние 150 км. Угловой размер $9^{\circ} 8' 56''$

3. Заключение

Угловые измерения космических объектов являются устойчивой величиной и могут быть использованы в сравнительном анализе и сравнительной планетологии. Угловые измерения космических объектов могут быть использованы в космической геоинформатике (Bondur, Tsvetkov, 2015) и геодезической астрономии (Gospodinov, 2018). Космические визуально-инструментальные наблюдения во многих случаях являются единственным средством наблюдения в космическом пространстве. Космические визуально-инструментальные наблюдения нельзя сводить к визуальным. Они включают визуальный анализ фотоснимков и описание условий съемки для получения нужных сцен.

Литература

- Бобир и др., 1974 – Бобир Н.А., Лобанов А.Н., Федорук Г.Д. Фотограмметрия. Москва, 1974. Недра.
- Зверев и др., 1996 – Зверев Л.П., Овечкин И.Г., Рюмин О.О., Савиных В.П., Тищенко А.А., Фокин В.Е. Цветовые измерения в космосе. Москва, Машиностроение, 1996. 124 с.
- Иванников и др., 2013 – Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Соловьев И.В., Цветков В.Я. (2013). Инфосфера и инфология. Москва, ТОРУС ПРЕСС, 2013, 176 с.
- Каган, 1968 – Каган В.К. Основы информационной теории видимости в атмосфере. Гидрометеиздат, 1968.
- Лазарев и др., 1983 – Лазарев А.И., Коваленок В.В., Савиных В.П. Визуально-инструментальные наблюдения с "Салюта-6". Ленинград, Гидрометеиздат, 1983.
- Номоконова, 2020 – Номоконова О.Ю. Перцепция информации в медицинской диагностике. *Славянский форум*. 2020. 2(28): 75-83.
- Сабирова, Мухарлямова, 2015 – Сабирова Г.И., Мухарлямова Л.Р. Апперцепция понимания пространства в различных культурах // *Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований*. 2015. С. 176-178.
- Савиных, 1991 – Савиных В.П. Визуально-инструментальные исследования Земли с пилотируемого космического комплекса. Москва, Недра, 1991.
- Савиных, Соломатин, 1993 – Савиных В.П., Соломатин В.А. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования. Москва, Недра, 1993, 288 с.
- Савиных, Фимин, 1998 – Савиных В.П., Фимин Р.И. Визуально-инструментальные наблюдения и спектрометрические измерения из космоса. Аэрокосмические визуально-инструментальные наблюдения. Москва, МИИГАиК, 1998.
- Савиных, Цветков, 2001 – Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. Москва, Картоцентр-Геодезиздат, 2001. 224 с.

Савиных, Цветков, 2019 – Савиных В.П., Цветков В.Я. Исследование серебристых облаков. *ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении*. 2019. 3(13): 49-53.

Цветков, 2016a – Цветков В.Я. Рецепция информации // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2016. 1(13): 121-129.

Цветков, 2016b – Цветков В.Я. Фактофиксирующие и интерпретирующие модели // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. 9-3: 487.

Цветков, 2019 – Цветков В.Я. Пространственная логика в образовании и науке // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2019. 2(27): 92-102. DOI: 10.21777/2500-2112-2019-2-92-102

Чехарин, 2015 – Чехарин Е.Е. Алгоритмы интерпретации данных дистанционного зондирования // *Славянский форум*. 2015. 3(9): 301-308.

Bondur, Tsvetkov, 2015 – Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya. (2015). New Scientific Direction of Space Geoinformatics // *European Journal of Technology and Design*. 4(10): 118-126.

Gospodinov, 2018 – Gospodinov S.G. (2018). The Development of Geodesic Astronomy // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 4(1): 9-33

Kudzh, Tsvetkov, 2020 – Kudzh S.A., Tsvetkov V.Ya. Triadic comparative analysis // *Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. Special Issue*. 2020. No. 10, June, 745-754. DOI: <https://doi.org/10.26782/jmcms.spl.10/2020.06.00047>

Seamster, Redding, 2017 – Seamster T.L., Redding R.E. Applied cognitive task analysis in aviation. Routledge, 2017.

Sigov, Tsvetkov, 2015 – Sigov A.S., Tsvetkov V.Ya. Tacit Knowledge: Oppositional Logical Analysis and Typologization // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2015. 85(5): 429-433. DOI: 10.1134/S1019331615040073

Tsvetkov, 2015 – Tsvetkov V.Ya. The Cognitive Modeling with the Use of Spatial Information // *European Journal of Technology and Design*. 2015. 4(10): 149-158.

Tsvetkov, Maslov, 2014 – Tsvetkov V.Ya., Maslov A.S. Informative Description of Gestalt // *European Journal of Technology and Design*. 2014. 3(5): 153-160.

References

Bobir i dr., 1974 – Bobir, N.A., Lobanov, A.N., Fedoruk, G.D. (1974). Fotogrammetriya [Photogrammetry]. Moskva. Nedra. [in Russian]

Bondur, Tsvetkov, 2015 – Bondur, V.G., Tsvetkov, V.Ya. (2015). New Scientific Direction of Space Geoinformatics. *European Journal of Technology and Design*. 4(10): 118-126.

Chekharin, 2015 – Chekharin, E.E. (2015). Algoritmy interpretatsii dannykh distantsionnogo zondirovaniya [Algorithms for the interpretation of remote sensing data]. *Slavyanskii forum*. 3(9): 301-308. [in Russian]

Gospodinov, 2018 – Gospodinov, S.G. (2018). The Development of Geodesic Astronomy. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 4(1): 9-33.

Ivannikov i dr., 2013 – Ivannikov, A.D., Tikhonov, A.N., Solov'ev, I.V., Tsvetkov, V.Ya. (2013). Infosfera i infologiya [Infosphere and infology]. Moskva, TORUS PRESS. 176 p. [in Russian]

Kagan, 1968 – Kagan, V.K. (1968). Osnovy informatsionnoi teorii vidimosti v atmosfere [Foundations of the information theory of visibility in the atmosphere]. Gidrometeoizdat. [in Russian]

Kudzh, Tsvetkov, 2020 – Kudzh, S.A., Tsvetkov, V.Ya. (2020). Triadic comparative analysis *Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. Special Issue*. No. 10, June, 745-754. DOI: <https://doi.org/10.26782/jmcms.spl.10/2020.06.00047>

Lazarev i dr., 1983 – Lazarev, A.I., Kovalenok, V.V., Savinykh, V.P. (1983). Vizual'no-instrumental'nye nablyudeniya s "Salyuta-6" [Visual and instrumental observations from Salyut-6]. Leningrad, Gidrometeoizdat. [in Russian]

Nomokonova, 2020 – Nomokonova, O.Yu. (2020). Pertseptsiya informatsii v meditsinskoi diagnostike [Perception of information in medical diagnostics]. *Slavyanskii forum*. 2(28): 75-83. [in Russian]

Sabirova, Mukharlyamova, 2015 – Sabirova, G.I., Mukharlyamova, L.R. (2015). Appertseptsiya ponimaniya prostranstva v razlichnykh kul'turakh [Apperception of understanding space in different cultures]. *Aktual'nye napravleniya fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy*. Pp. 176-178. [in Russian]

[Savinykh, 1991](#) – *Savinykh, V.P.* (1991). Vizual'no-instrumental'nye issledovaniya Zemli s pilotiruемого kosmicheskogo kompleksa [Visual and instrumental studies of the Earth from a manned space complex]. Moskva, Nedra. [in Russian]

[Savinykh, Fimin, 1998](#) – *Savinykh, V.P., Fimin, R.I.* (1998). Vizual'no-instrumental'nye nablyudeniya i spektrometricheskie izmereniya iz kosmosa [Visual and instrumental observations and spectrometric measurements from space]. Aerokosmicheskie vizual'no-instrumental'nye nablyudeniya. Moskva, MIIGAiK. [in Russian]

[Savinykh, Solomatin, 1993](#) – *Savinykh, V.P., Solomatin, V.A.* (1993). Optiko-elektronnye sistemy distantsionnogo zondirovaniya [Optical and electronic systems for remote sensing]. Moskva, Nedra. 288 p. [in Russian]

[Savinykh, Tsvetkov, 2001](#) – *Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (2001). Geoinformatsionnyi analiz dannykh distantsionnogo zondirovaniya [Geoinformation analysis of remote sensing data]. Moskva, Kartotsentr-Geodezizdat. 224 p. [in Russian]

[Savinykh, Tsvetkov, 2019](#) – *Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (2019). Issledovanie serebristykh oblakov [Exploration of noctilucent clouds]. *ITNOU: informatsionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 3(13): 49-53. [in Russian]

[Seamster, Redding, 2017](#) – *Seamster, T.L., Redding, R.E.* (2017). Applied cognitive task analysis in aviation. Routledge.

[Sigov, Tsvetkov, 2015](#) – *Sigov, A.S., Tsvetkov, V.Ya.* (2015). Tacit Knowledge: Oppositional Logical Analysis and Typologization. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 85(5): 429-433. DOI: 10.1134/S1019331615040073

[Tsvetkov, 2015](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2015). The Cognitive Modeling with the Use of Spatial Information. *European Journal of Technology and Design*. 4(10): 149-158.

[Tsvetkov, 2016a](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2016). Retseptsiya informatsii [Information reception]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. 1(13): 121-129. [in Russian]

[Tsvetkov, 2016b](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2016). Faktifikatsionnyye i interpretiruyushchie modeli [Fact-fixing and interpretive models]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 9-3: 487. [in Russian]

[Tsvetkov, 2019](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2019). Prostranstvennaya logika v obrazovanii i nauke [Spatial logic in education and science]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. 2(27): 92-102. DOI: 10.21777/2500-2112-2019-2-92-102 [in Russian]

[Tsvetkov, Maslov, 2014](#) – *Tsvetkov, V.Ya., Maslov, A.S.* (2014). Informative Description of Gestalt. *European Journal of Technology and Design*. 3(5): 153-160.

[Zverev i dr., 1996](#) – *Zverev, L.P., Ovechkin, I.G., Ryumin, O.O., Savinykh, V.P., Tishchenko, A.A., Fokin, V.E.* (1996). Tsvetovye izmereniya v kosmose [Color measurements in space.]. Moskva, Mashinostroenie. 124 p. [in Russian]

Визуально-инструментальные наблюдения с борта космического аппарата

Виктор Петрович Савиных ^{a, b, *}

^a Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), Российская Федерация

^b Московский государственный университет геодезии и картографии, Российская Федерация

Аннотация. Статья исследует космические визуально-инструментальные наблюдения, применяемые при наблюдении за космическими объектами и явлениями. Визуально-инструментальные наблюдения включают: наблюдение человеческим глазом, человеческим глазом и оптическим прибором, только оптическим или фотограмметрическим прибором. Описаны особенности наблюдения подвижных объектов в космическом пространстве. Показано, что имеет место искаженное восприятие размеров быстро движущихся объектов в космическом пространстве. Показано, что имеет место искажение цветового восприятия быстрых объектов в космосе. Статья доказывает, что целью

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: president@miigaik.ru (В.П. Савиных)

визуально-инструментальных наблюдений является построение сцен и достижение целостного восприятия или гештальта. Статья показывает важность перцепции, рецепции и апперцепции при визуально-инструментальных наблюдениях. Приведены экспериментальные наблюдения космических объектов. Статья доказывает, что угловые измерения космических объектов являются устойчивой величиной и могут быть основой в визуальных космических наблюдениях. Они могут быть использованы в сравнительном анализе и сравнительной планетологии

Ключевые слова: космические исследования, визуальные наблюдения, инструментальные наблюдения, фактофиксирующие модели, угловые измерения, целостность восприятия, построение сцен.