

УДК 7.012.22

## Свет и освещенность предмета в перспективном пространстве

© Альхименок А. А.

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П. М. Машерова», Витебск

Образ трехмерного предмета, расположенного в пространстве, формируется благодаря отраженным его поверхностью световым лучам. Определенные отношения световых лучей, отраженных освещенными и затененными частями поверхности предмета, создают его зрительный образ. Тоновое и цветовое решение является важнейшим компонентом зрительного восприятия предмета в пространстве. По мере удаления предмета в глубь пространства изменяются не только отношения освещенной и затененной частей поверхности (точечные отношения), но и их цветовые отношения. На начальных этапах изучения рисунка, живописи, композиции, других дисциплин художественных специальностей студенты сталкиваются с проблемой перспективного построения пространства, изображения на плоскости картины трехмерных объектов, близкого к их зрительному восприятию в натуре. Статья посвящена рассмотрению во взаимосвязи понятий: пространство, свет, освещенность, тон, цветовая гамма — как важнейших в области изобразительной деятельности.

**Ключевые слова:** визуальная перспектива, пространство, структурный световой луч, тон, светотень.

(Искусство и культура. — 2011. — № 1(1). — С. 128–135)

## Light and illumination of the object in a perspective space

© Alkhymenok A. A.

Educational Establishment "Vitebsk State University named after P. M. Masherov", Vitebsk

The image of a three-dimension object, located in space, is formed due to light rays which are reflected from its surface. Certain relations of light rays, reflected by both lighted and shadowed parts of the object surface, make up its visual image. The tone and colour are the most important components of the visual perception of an object in space. As an object goes deeper into the space, not only the correlation of the lighted and shadowed parts of the surface (tone relations) changes but also their colour relations. At the initial stages of learning drawing, painting, composition and other subjects of art students face the problem of perspective construction of space, depicting three-dimension objects on the surface as if they are near to their visual perception. This article is devoted to the consideration of such interrelated concepts as space, light, illumination, color and palette as the most important in the field of visual art.

**Key words:** visual perspective, space, structured light ray, tone, light-shadow.

(Art and Culture. — 2011. — No. 1(1). — P. 128–135)

**П**ространственный образ трехмерного предмета формируется благодаря отраженным его поверхностью световым лучам, которые характеризуются определенными отношениями освещенных и затененных его частей. Освещенность предмета в натуре, тональная

проработка его поверхности на изображении; характер переданных собственных и падающих теней и цветовое решение являются важнейшими компонентами зрительного восприятия предмета в пространстве. Характер зрительно-го восприятия предмета в пространстве во мно-

---

---

Адрес для переписки: пр-т Победы, 4-60, 210038, г. Витебск,  
e-mail: afinogenovich@mail.ru — А. А. Альхименок

---

---

гом определяется его положением относительно точки зрения. По мере удаления предмета в глубь пространства изменяется не только отношение света и тени (тона), но и цветовое отношение освещенной и затененной его частей.

Основным учебным предметом, рассматривающим во взаимосвязи понятия *трехмерное пространство, глубина пространства, свет, освещенность, тон, цвет*, является «Перспектива». Эти понятия для рисунка, живописи, композиции, ряда дисциплин специальности «Дизайн» являются базовыми. Уже на первых занятиях по этим дисциплинам студенты сталкиваются с понятием пространства, проблемами перспективных построений. Существующие учебные пособия по перспективе и рисунку лишь указывают на факт изменений тона, цвета предмета, расположенного на различной глубине пространства (Г. В. Беда, М. Н. Макарова, В. Е. Нестеренко, Н. Н. Ростовцев, С. А. Соловьев, Г. Ф. Шауро, И. Б. Шешко и др.). Важно отметить еще и то обстоятельство, что в курсе перспективы рассматривается только *линейная* (геометрическая) перспектива, позволяющая рассмотреть лишь конструктивную основу построения рисунка, создать двухмерный графический образ изображаемого предмета. Другие виды перспективы, такие, как *купольная, театральная, панорамная, плафонная*, лишь упоминаются. *Визуальная перспектива* (в литературе встречается название *plenэрная, воздушная, зрительная*) рассматривается лишь в плане констатации факта изменения тона и цветовой гаммы удаляющегося в пространство предмета.

Вместе с тем, выполненное в соответствии с известными правилами линейной перспективы построение не позволяет получить в полной мере сходство со зрителю воспринимаемым предметом в натуре. В действительности перспективное построение предмета в рисунке или на живописном холсте лишь геометрически *условно* передает его форму.

*Иллюзию реальности изображенного на плоскости предмета позволяют создать свет, освещение, тон, цвет.*

Вопрос о том, почему тональное отношение освещенных и затененных частей предмета и его цветовая гамма изменяются по мере удаления в пространство, не находит своего ответа ни в литературе по перспективе, ни в литературе по рисунку. Факт происходящих изменений преподносится как принятая норма, являющаяся обязательной к практическому исполнению. Анализ выполняемых ими практических работ по перспективе, рисунку, живописи и композиции свидетельствует о недостаточном объеме их знаний о причине и механизме изменений тона и цветовой гаммы предмета в пространстве. Все знания сводятся к утверждению о рассеивании в атмосфере части светового потока, как указывается в учебно-методической литературе по перспективе и рисунку.

*На наш взгляд, допускаемые студентами ошибки в тональной проработке формы предмета, передаче цветовой гаммы происходят по двум основным причинам:*

- недостаточно развитому пространственному представлению и пространственно-образному мышлению;
- непониманию механизма происходящих изменений в тональных отношениях и цветовой гамме расположенного в глубине пространства (статичное положение) и особенно перемещающегося относительно наблюдателя предмета (в динамике).

*Отсутствие в методике преподавания изобразительного искусства, а, гласным образом, в содержании теоретического курса и методике преподавания перспективы научных знаний о механизме изменений тона и цветовой гаммы расположенного в пространстве предмета (в статичном положении и в динамике) отрицательно сказывается на качестве подготовки по основным учебным дисциплинам: перспективе, рисунку, живописи, композиции.*

*Установление причинно-следственных связей процесса изменения тональных отношений и цветовой гаммы расположенного в пространстве предмета и включение соответствующего учебного материала в теоретическую и методическую подготовку по данным дисциплинам (главным образом в курсе перспективы) позволит в итоге повысить качество не только теоретической и методической, но и практической подготовки будущих специалистов.*

В связи с этим целью данной статьи является *научное объяснение причин* тональных и цветовых изменений статично расположенного и перемещающегося в пространстве предмета, а также *представление механизма протекания этого процесса*.

Многолетний опыт преподавания перспективы на художественно-графическом факультете утвердил в мысли о том, что *принятие априори факта изменений тональных и цветовых отношений без понимания сущности этого явления в реальной рисовальной и живописной практике отрицательно скаживается на качестве выполняемых ими графических и живописных работ*. В связи с этим необходимо определить важнейшие задачи, последовательное решение которых позволит подвести студентов к осознанию причинно-следственных связей протекания процесса тональных и цветовых изменений:

1. Показать качественные изменения, происходящие со структурным зрительным лучом по мере его прохождения через атмосферу.
2. Показать влияние атмосферы на процесс зрительного восприятия расположенного в пространстве предмета.
3. Показать факторы, влияющие на тональную проработку изображения предмета по мере удаления его в глубь пространства.

4. Показать основные факторы, влияющие на изменение цветовой гаммы удаляющегося в пространство предмета.
5. Сформулировать основную группу требований к методике преподавания перспективы и изобразительного искусства.

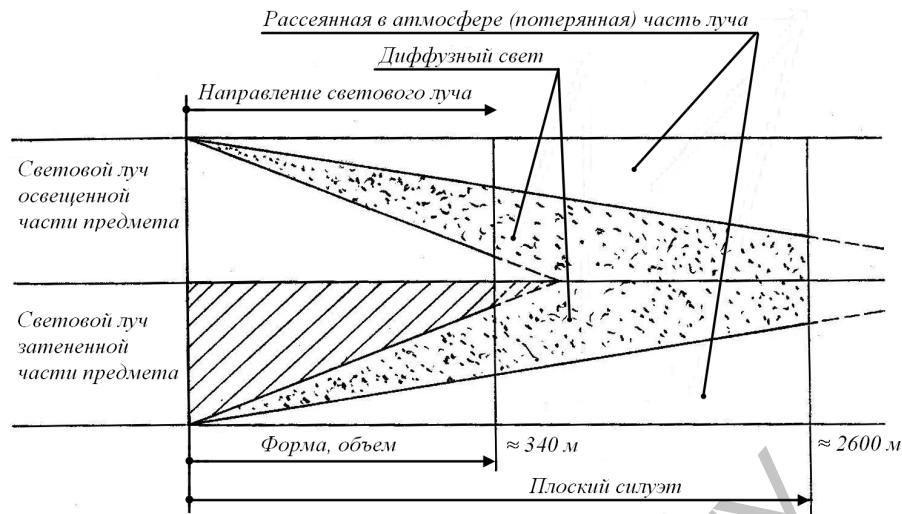
Обращение к визуальной перспективе не является случайным, поскольку, на наш взгляд, только визуальная (plenэрная наблюдательная, воздушная) перспектива позволяет зрителю, наяву увидеть результат и понять суть механизма изменения тона и цветовой гаммы освещенного естественным светом предмета, который либо статично расположен в глубине пространства, либо в нем перемещается.

Находящийся на открытом воздухе предмет фактически оказывается освещенным со всех сторон, поскольку *тень* (по Я. А. Севастьянову) можно рассматривать как *ослабление света*, т.е. как *слабо освещенную поверхность* [1]. По этой причине уместно будет говорить о *качественной характеристики освещенности предмета* (не о физических параметрах), а, скорее, о *психологической оценке воспринимаемой тональности изображения предмета и соответствии эффекту его зрительного восприятия в натуре*.

Окружающая нас атмосфера является прозрачной средой, обладающей особыми физическими свойствами. Особенность эта заключается в том, что за счет диффузии<sup>1</sup> атмосфера становится (по Я. А. Севастьянову) светящимся телом. Пары воды, частицы пыли постоянно поднимаются над поверхностью земли восходящими потоками воздуха, создавая среду для отражения и преломления световых лучей.

Находящиеся в околоземных слоях атмосферы и постоянно движущиеся в воздушных потоках пары воды преломляют световой луч, раскладывая его на отдельные цветовые лучи по спектру, а мельчайшие пылинки отклоняют световые лучи, изменяя их направле-

<sup>1</sup> *Диффузия* (как физическое понятие) — это распространение вещества в какой-либо среде в направлении убывания его концентрации, обусловленное тепловым движением ионов, атомов, молекул, а также более крупных частиц [2, с. 148].



**Рис. 1.** Изменение светового структурного луча А — освещенной и В — затененной частей поверхности предмета по мере удаления его в глубь пространства.

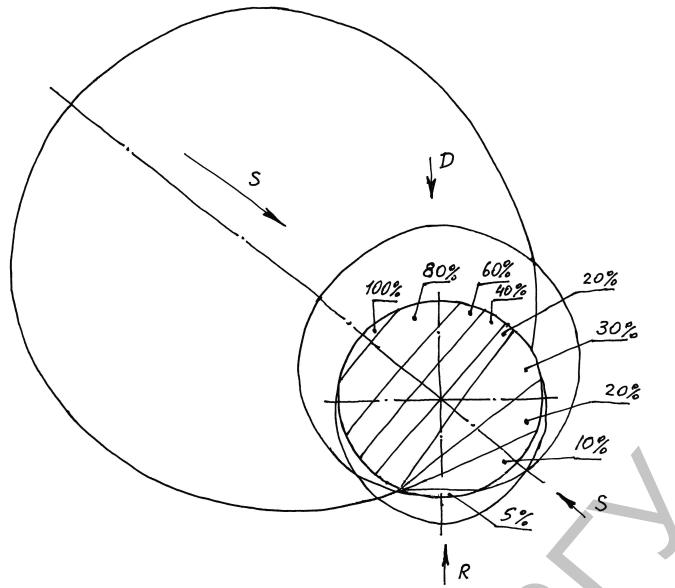
ния. Множественные отражения световых лучей создают хаотичное (диффузное) их движение. Чем больше атмосфера содержит механических примесей, тем выше показатель диффузного освещения. Этим в общих чертах и объясняется высокая контрастность освещения предметов в горах, где воздух гораздо чище, чем в долине, в городе или на открытом пространстве.

Всякий световой луч, отраженный от предмета, несущий яркостные характеристики отразившей их поверхности и воспринятый глазом, мы называем зрительным лучом. Зрительный луч на своем пути от предмета до глаза художника, проходя через атмосферу (материальную зону), претерпевает некоторые изменения (рис. 1).

Некоторая часть световой энергии рассеивается химическим (молекулами воздуха) и физическим (отраженными и поглощенными взвешенными в воздухе частицами пыли, парами воды) путями. Эта часть световой энергии практически теряет визуальное значение. Вместе с тем за счет диффузии атмосферы часть потерянной энергии компенсируется *соппадающей по направлению с визуальным лучом бесструктурной (диффузной) световой энергией*. В результате:

- для луча А — освещенной части предмета — за счет наложения дополнительной яркости *нарушается светлотная контрастность*, что ведет к утрате четкости его контура;
- для луча В — затененной части предмета — дополнительная диффузная бесструктурная световая энергия высвечивает его;
- в результате по мере удаления изображаемого предмета в глубь пространства:
  - а) тени (собственные и падающие) высвечиваются;
  - б) контраст смягчается;
  - в) мелкие элементы предмета становятся все менее различимы и в конечном итоге теряются на общем фоне. При этом яркость предмета в целом, цветовая характеристика предмета дополняются, ослабеваются, превращая его в слабо очерченный силуэт.

Кроме того *атмосферный (диффузный) свет обладает цветностью*. Причиной этого являются находящиеся в околоземных слоях атмосферы и постоянно движущиеся в воздушных потоках пары воды, кристаллики льда (зимой), которые преломляют световой луч, раскладывая его на отдельные цветовые лучи по спектру. При этом в значительной степени изменяется и цветовая характеристика предмета:



**Рис. 2.** Построение индикатрис освещенности сферической поверхности прямым солнечным светом (лучи  $S$ ), диффузным светом небосвода (лучи  $D$ ), рефлекторным светом земной поверхности (лучи  $R$ ) и бликом (лучи  $S_1$ ).

1. Атмосферный свет, обладая цветностью, «окрашивает» визуальный луч в разные цвета спектра; по мере удаления в глубь пространства «теплые» тона постепенно «холоднеют».
2. Блики на поверхности предмета получают дополнительную цветовую окраску за счет отраженных от окружающих предметов цветовых лучей.

Чем больше расстояние от художника к изображаемому предмету, тем значительнее влияние бесструктурной (диффузной) световой энергии.

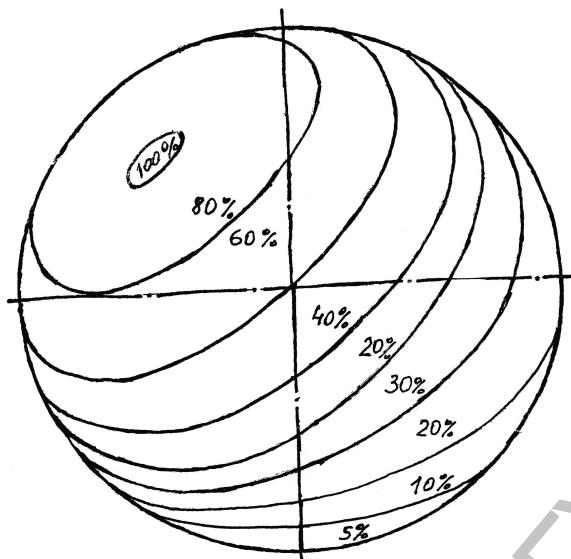
При выполнении рисунка, живописного этюда с натуры одной из важнейших задач является приздание отдельным точкам, зонам, участкам изображения таких светлот, зрительный эффект при восприятии которых был бы предельно близок к полученному при непосредственном его созерцании в натуре. Важно не то, как освещен тот или иной участок поверхности предмета или отдельная точка, а соотношение светлот смежных участков поверхности как освещенной, так и затененной частей. В специальной светотехнической литературе по светотехнике (Н. Г. Болдырев, В. А. Гаврилов,

Н. М. Гусев, А. М. Данилюк, В. А. Зеленков) утверждается, что для небосвода характерна различная отражательная способность, и в разных направлениях различная интенсивность диффузного освещения, яркость свечения небосвода на различных высотах солнца также разная.

В методической и учебной литературе на этом обстоятельстве внимание не акцентируется (Г. В. Ростовцев [3], Н. Н. Беда [4] и др.). В практике изобразительной деятельности приведенные научные выкладки практически особого значения не имеют и поэтому *принимаются следующие условия:*

- яркость небосвода во всех направлениях одинаковая;
- всякий луч света является диффузным и распространяется во всех направлениях равноярко.

Вместе с тем, рассмотрим основы построения тональных зон световых оттенков. Проанализируем некоторые особенности влияния атмосферы на процесс зрительного восприятия. Освещенный предмет отражает световые лучи, несущие яркостные характеристики отразившей их поверхности. Введенное А. Гёлле-



**Рис. 3.** Основные тональные зоны световых оттенков на поверхности шара.

ром [5] и И. Пилле [6] понятие *индикатрисы*<sup>2</sup> положено в основу построения масштаба светлот *светового тела*<sup>3</sup> *сферической поверхности*<sup>4</sup>.

*Суммарную индикатрису освещенности* сферической поверхности составляют индикатрисы освещенности, создаваемые (рис. 2):

- прямым солнечным светом — лучи  $S$ ;
- диффузным светом небосвода — лучи  $D$ ;
- рефлекторным светом земной поверхности — лучи  $R$ ;
- бликом — лучи  $S_1$ .

Для построения суммарной индикатрисы освещенности сферической поверхности рассмотрим индикатрисы освещенности в плоскости одного (для примера) меридиана по направлению лучей прямого солнечного света. Максимальная освещенность каждой из упомянутых составляющих находится в примерном отношении  $18(S) : 4(D) : 1(R) : 2(S_1)$ . Таким образом, складываем освещенности для каждой точки сферы.

Как видим из приведенного на рис. 2 изображения, выявляется точка максимальной

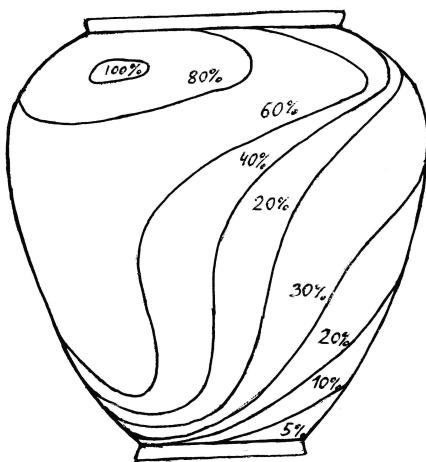
(100%) освещенности и точка минимальной (0%) освещенности сферической поверхности. Устанавливаем оптимальную среднюю величину освещенности как наиболее благоприятную в визуальном отношении освещенность. Это позволяет включить в диапазон восприятия освещенности все точки сферической поверхности, образуя тем самым световое тело. При выполнении изображения предмета на плоскости (графического — со светотеневой проработкой поверхности, рисунка или живописного изображения) на его поверхности всегда можно выделить особые точки или зоны, которые выполняют ключевую роль в правильной передаче формы предмета посредством конкретных изобразительных средств. Определим эти точки на поверхности шара (рис. 3).

- Блик — самая светлая точка с относительной освещенностью 100% и прилегающая к ней самая светлая зона. В рисунке и живописи эта зона характеризуется постепенным снижением насыщенности основного тона и по мере удаления от блика — понижением светлоты.

<sup>2</sup> *Индикатриса* — линия, характеризующая распределение яркостей на освещенной поверхности.

<sup>3</sup> *Световое тело* — это поверхность, характеризующаяся распределением на ней яркостей светового потока.

<sup>4</sup> *Сферическая поверхность* — это поверхность, образованная сферой. Использование сферической поверхности обосновывается тем, что она наиболее выразительно демонстрирует расположение световых и тональных зон по поверхности при различном характере освещения.



**Рис. 4.** Пример распределения тональных зон на поверхности кувшина (комбинированная форма).

- Зона насыщенного тона — заключена между кривыми 80% — 40%. В живописи в интервале от линии 80% до 40% постепенно снижаются насыщенность основного тона и его светлота, а к кривой 80% — светлота возрастает.
- Зона пониженной или нулевой (0%) освещенности. Самая темная точка собственной тени с нулевой относительной освещенностью.
- Освещенность по поверхности сферы в резкой тени распределяется в соответствии с суммарной индикатрисой диффузного света небосвода и рефлекторного от земной поверхности.
- Самая светлая точка отражения в условиях рефлекторного освещения (условно 10%) в основном принимается диаметрально противоположной самой светлой точке на свету — блику.

Подобная схема распределения построения тональных отношений освещенности поверхности шара может быть использована при прорисовке предметов сферической, конической, цилиндрической, а также комбинированной формы (рис. 4).

**Заключение.** Из всего сказанного следует:

1. Структурный зрительный луч, несущий светотеневую характеристику предмета, проходя через атмосферу, претерпевает значительные изменения; полностью теряет часть светового потока по причине рассеивания его и поглощения атмосферой.
2. Атмосфера также оказывает значительное влияние на процесс зрительного восприятия находящегося в пространстве предмета. По мере удаления предмета в глубь пространства удлиняется и структурный световой луч, который постепенно наполняется бесструктурной (диффузной), также отраженной от других предметов световой энергией. В результате «размывается» граница света и тени на поверхности предмета, следовательно, снижаются контрастность, острая восприятия, предмет начинает восприниматься силуэтом, который по мере удаления постепенно «растворяется» в пространстве.
3. Важнейшими факторами, оказывающими влияние на изменение структурного светового луча, а значит, определяющими тональную проработку поверхности находящегося в пространстве предмета, являются взвешенные в атмосфере мельчайшие капли воды, кристаллики льда, снег, пыль, твердые частички дыма, а также сами молекулы воздуха, отражающие, преломляющие све-

товые лучи и поглощающие определенную часть световой энергии.

4. В значительной степени изменяется цветовая гамма удаляющегося в пространство предмета. Поскольку в атмосфере постоянно воздушными потоками переносятся капельки воды, кристаллики льда, твердые частицы пыли, дыма, которые преломляют световые лучи, раскладывая их на мелкие цветовые лучи радуги, которые впоследствии сталкиваются с другими частичками, преломляются, поглощаются, превращаясь в итоге в бесструктурный серый цветовой луч. По мере удаления предмета в глубь пространства в результате прохождения через атмосферу световые лучи за счет увеличения слоя атмосферы приобретают голубой оттенок. Постепенно глаз перестает воспринимать цвет предмета. Обесцвеченный атмосферой предмет воспринимается серым с голубым оттенком силуэтом, светлым голубоватым пятном и, «расторвившись» в голубой дымке, вовсе перестает зрительно восприниматься.

Включение этого материала в курс лекций по перспективе вызвало значительный интерес к нему студентов, что в результате позволило более осознанно подходить к светотеневой (тональной) проработке поверхности изображаемого предмета, оказало положительное

влияние на решение цветовой гаммы предметов, расположенных в пространстве на разной глубине.

Вместе с тем, осознание студентами механизма изменения светотени и цветовой гаммы предмета, расположенного в пространстве, вызвало необходимость решения очередного ряда задач: в чем отличие тональных зон шаровой поверхности в условиях открытого пространства и студии; как изменяется цветовая гамма изображаемого предмета в зависимости от интенсивности светового потока «на воздухе» и в студии; какие изменения претерпевает конкретный цветовой луч по мере увеличения расстояния от предмета до художника (зрителя) и ряд других вопросов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Севастьянов Я. А. Приложение начертательной геометрии к воздушной перспективе и гномонике. — СПб., 1831.
- Политехнический словарь / глав. ред. И. И. Артоболевский. — М.: «Советская энциклопедия». 1977.
- Ростовцев Н. Н. Учебный рисунок. — М.: Просвещение, 1985.
- Беда Г. В. Основы изобразительной грамоты. Рисунок. Живопись, композиция. — М.: Просвещение, 1981.
- Goller Adolf. Lehrbuch der Schatten konstruktionen und Beleuchtungskunde. — Stuttgart, 1894.
- Pillet I. Traité de perspektive lineaire, precede du trece des ombres usuelles. — Paris, 1885/88.

Поступила в редакцию 11.05.2010 г.