ВВЕДЕНИЕ

Квантовым законам подчиняется поведение всех микрочастиц. Но впервые квантовые свойства материи были обнаружены при исследовании излучения и поглощения света.

Поглощается и излучается электромагнитная энергия отдельными порциями. Это подтверждается явлением фотоэффекта (вырывание электронов из вещества под действием света). При излучении и поглощении свет обнаруживает корпускулярные свойства, в процессе распространения - волновые свойства. Впоследствии было установлено существование корпускулярно-волнового дуализма у всех элементарных частиц. Сама же световая частица была названа квантом света или фотоном.

Свет оказывает давление на препятствия, хотя и очень малое. Оно впервые было обнаружено и измерено русским физиком П.Н.Лебедевым.

Под действием света происходят также многие химические реакции.

# ХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА

Любое превращение молекул есть химический процесс. Химические процессы, протекающие под действием видимого света и ультрафиолетовых лучей, называются *фотохимическими реакциями*. Световой энергии достаточно для расщепления многих молекул. В этом проявляется химическое действие света.

К фотохимическим реакциям относятся: фотосинтез углеводов в растениях, распад бромистого серебра на светочувствительном слое фотопластинки, взаимодействие хлора с водородом на свету с образованием HCl и многое другое. Выцветание тканей на солнце и образование загара ( потемнение кожи человека под воздействием ультрафиолетовых лучей) – это тоже примеры химического действия света.

## **Процесс фотосинтеза**

Важнейшие химические реакции под действием света и солнца происходят во многих микроорганизмах, траве, зеленых листьях деревьев и растений , дающих нам пищу и кислород для дыхания. Листья поглощают из воздуха углекислый газ и расщепляют его молекулы на составные части: углерод и кислород. Происходит это в молекулах хлорофилла под действием красных лучей солнечного спектра. Этот процесс называется *фотосинтезом*. Хлорофилл – зеленый пигмент, сосредоточенный в хлоропластах и находящийся в непрочном состоянии с белковыми веществами. Наличие хлорофилла является необходимым условием фотосинтеза, т.е. создания органического вещества из углекислоты и воды при участии солнечного света. Эти богатые энергией органические вещества служат пищей для всех других организмов и обеспечивают существование на Земле всего органического мира. В результате фотосинтетической деятельности растений в прошлые геологические эпохи в недрах и на поверхности Земли накопились громадные запасы восстановленного углерода и органических продуктов в виде каменного угля, нефти, горючих газов, сланцев, торфа, а атмосфера обогатилась кислородом. Фотосинтез может протекать только под действием света определенного спектрального состава.

В изучении строения и значения хлорофилла видное место занимают работы великого русского ученого К.А.Тимирязева. Механизм фотосинтеза еще не выяснен до конца.

# ФОТОГРАФИЯ

Химическое действие света лежит в основе *фотографии*. Слово «фотография» происходит от греческого «фото» – свет, «графо» – рисую, пишу. Фотография – рисование светом, светопись – была открыта не сразу и не одним человеком. В это изобретение вложен труд ученых многих поколений разных стран мира. Люди давно стремились найти способ получения изображений, который не требовал бы долгого и утомительного труда художника. Некоторые предпосылки для этого существовали уже в отдаленные времена.

**КОЕ-ЧТО ИЗ ИСТОРИИ ФОТОГРАФИИ**

**Камера-обскура**

С незапамятных времен, например, было замечено, что луч солнца, проникая сквозь небольшое отверстие в темное помещение, оставляет на плоскости световой рисунок предметов внешнего мира. Предметы изображаются в точных пропорциях и цветах, но в уменьшенных, по сравнению с натурой, размерах и в перевернутом виде. Это свойство темной комнаты (или камеры-обскуры) было известно еще древнегреческому мыслителю Аристотелю, жившему в IV веке до нашей эры. Принцип работы камеры-обскуры описал в своих трудах выдающийся итальянский ученый и художник эпохи Возрождения Леонардо да Винчи.

Пришло время, когда камерой-обскурой стали называть ящик с двояковыпуклой линзой в передней стенке и полупрозрачной бумагой или матовым стеклом в задней стенке. Такой прибор надежно служил для механической зарисовки предметов внешнего мира. Перевернутое изображение достаточно было с помощью зеркала поставить прямо и обвести карандашом на листе бумаги.

В середине XVIII века в России, например, имела распространение камера-обскура, носившая название «махина для снимания першпектив», сделанная в виде походной палатки. С ее помощью были документально запечатлены виды Петербурга, Петергофа, Кронштадта и других русских городов. Это была «фотография до фотографии». Труд рисовальщика был упрощен. Но люди думали над тем, чтобы полностью механизировать процесс рисования, научиться не только фокусировать «световой рисунок» в камере-обскуре, но и надежно закреплять его на плоскости химическим путем.

Однако, если в оптике предпосылки для изобретения светописи сложились много веков назад, то в химии они стали возможными только в XVIII веке, когда химия как наука достигла достаточного развития.

# Основной закон фотохимии

Одним из наиболее важных вкладов в создание реальных условий для изобретения способа превращения оптического изображения в химический процесс в светочувствительном слое послужило открытие молодого русского химика-любителя, впоследствии известного государственного деятеля и дипломата, А.П.Бестужева-Рюмина и немецкого анатома и хирурга И.Г.Шульце. Занимаясь в 1725 г. составлением жидких лечебных смесей, Бестужев-Рюмин обнаружил, что под воздействием солнечного света растворы солей железа изменяют цвет. Через два года Шульце также представил доказательства чувствительности к свету солей брома.

На несомненную связь фотохимического превращения в веществах с поглощением света впервые указал в 1818 г. русский ученый Х.И.Гротгус. Он установил влияние температуры на поглощение и излучение света, причем доказал, что понижение температуры увеличивает поглощение, а повышение температуры увеличивает излучение света. В своих сообщениях Гротгус четко сформулировал мысль о том, **что только те лучи могут химически действовать на вещество, которые этим веществом поглощаются.** Это положение со временем, уже после открытия фотографии, стало первым, **основным законом фотохимии**.

Независимо от Гротгуса ту же особенность установили в 1842 г. английский ученый Д.Гершель и в 1843 г. американский профессор химии Д.Дрейпер. Поэтому историки науки основной закон фотохимии называют ныне законом Гротгуса – Гершеля – Дрейпера.

Для понимания и удовлетворительного объяснения этого закона важную роль в дальнейшем сыграла *теория Планка*, согласно которой излучение света происходит прерывисто определенными и неделимыми порциями энергии, называемыми *квантами*.

# ПЕРВЫЕ В МИРЕ СНИМКИ

Целенаправленную работу по химическому закреплению светового изображения в камере-обскуре ученые и изобретатели разных стран начали только в первой трети прошлого столетия. Наилучших результатов добились известные теперь всему миру французы Жозеф Нисефор Ньепс, Луи-Жак Манде Дагер и англичанин Вильям Фокс Генри Тальбот. Их и принято считать изобретателями фотографии.

# Снимок Ньепса

Ньепс первым в мире закрепил «солнечный рисунок». Он ориентировался на использование свойства асфальта, тонкий слой которого на освещенных местах затвердевает. В одном из своих экспериментов Ньепс наносил раствор асфальта в лавандовом масле на полированную оловянную пластинку, которую выставлял на солнечный свет под полупрозрачным штриховым рисунком. В местах пластинки, находившихся под непрозрачными участками рисунка, асфальтовый лак практически не подвергался воздействию солнечного света и после экспозиции растворялся в лавандовом масле. После дальнейшего травления и гравирования пластинку покрывали краской. Свет задубливал лак в освещенных местах, а лавандовое масло вымывало незадубившиеся участки лака, в результате чего возникало рельефное изображение, которое использовалось как клише для получения копий с оригинала. Покрытые лаком пластинки также применялись вместе с камерой-обскуры для формирования прочных светописных изображений.

В 1826 г. Ньепс с помощью камеры-обскуры получил на металлической пластинке, покрытой тонким слоем асфальта, вид из окна своей мастерской. Снимок он так и назвал – *гелиография* (солнечный рисунок). Экспозиция длилась восемь часов. Изображение было весьма низкого качества, и местность была едва различима. Но с этого снимка началась *фотография*.

# Снимок Тальбота

В 1835 г. Тальбот тоже зафиксировал солнечный луч. Это был снимок решетчатого окна его дома. Тальбот применил бумагу, пропитанную хлористым серебром. Выдержка длилась в течение часа.

Тальбот получил первый в мире негатив. Приложив к нему светочувствительную бумагу, приготовленную тем же способом, он впервые сделал позитивный отпечаток. Свой способ съемки изобретатель назвал *калотипией*, что означало «красота».

Так он показал возможность тиражирования снимков и связал будущее фотографии с миром прекрасного.

# Снимок Дагера

Одновременно с Ньепсом над способом закрепления изображения в камере-обскуре работал известный французский художник Дагер, автор знаменитой парижской диорамы. Работа над световыми картинами натолкнула его на мысль закрепить изображение. Ньепс совместно с Дагером начал работу по усовершенствованию гелиографии. К тому времени этот процесс был уже модифицирован: наносился слой серебра на металлические пластины и затем тщательно очищенная поверхность серебра обрабатывалась парами йода. В результате такой обработки на зеркальной поверхности пластинки образуется тонкая кристаллическая пленка иодида серебра – вещества, чувствительного к свету.

После смерти Ньепса в 1833 г., Дагер настолько усовершенствовал методику Ньепса, что мог получать изображения значительно большей яркости. Он снял довольно сложный натюрморт, составленный из произведений живописи и скульптуры. Этот снимок Дагер передал потом де Кайэ, хранителю музея в Лувре. Автор экспонировал серебряную пластинку в камере-обскуре в течение тридцати минут, а затем перенес в темную комнату и держал над парами нагретой ртути. Закрепил изображение с помощью раствора поваренной соли. На снимке хорошо проработались детали рисунка как в светах, так и в тенях.

Свой способ получения фотоизображения изобретатель назвал собственным именем – *дагеротипия* – и передал его описание секретарю Парижской Академии наук Доминику-Франсуа Араго.

На заседании Академии *7 января 1839 г*. Араго торжественно доложил ученому собранию об удивительном изобретении Дагера, заявив, что «отныне луч солнца стал послушным рисовальщиком всего окружающего». Ученые одобрительно приняли известие, и этот день навсегда вошел в историю как *день рождения фотографии*.

В августе того же года Араго от имени Академии выступил в палате депутатов французского парламента, где было принято решение сделать фотографию достоянием всего народа, а Дагеру и наследникам Ньепса назначить за открытие пожизненную пенсию.

**Снимки Фрицш**е

В России первые фотографические изображения получил выдающийся русский химик и ботаник, академик Юлий Федорович Фрицше (1808 – 1871). Это были фотограммы листьев растений, выполненные по способу Тальбота. Одновременно Фрицше предложил внести существенные изменения в этот способ.

Доклад Фрицше на заседании Петербургской Академии наук в 1839 г. представлял собой первую исследовательскую работу по фотографии в нашей стране и одну из первых исследовательских работ по фотографии в мире.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ФОТОГРАФИИ

Значительный вклад в достижение фототехники внесли такие ученые, как французы Ф.Физо, А.Клоде, венгр Й.Петцваль, русский А.Греков, американец С.Морзе и многие другие.

Период дагеротипии просуществовал недолго. Изображение на серебряной пластинке стоило дорого, было зеркально обращенным, изготовлялось в одном экземпляре, рассматривать его из-за блеска было крайне затруднительно.

Калотипный способ обладал большими достоинствами, поэтому он и получил дальнейшее развитие. Уже в конце 40-х годов прошлого века изобретатель из семьи Ньепсов – Ньепс де Сен-Виктор – заменил в этом способе негативную подложку из бумаги стеклом, покрытым слоем крахмального клейстера или яичного белка. Слой очувствили к свету солями серебра.

В 1851 г. англичанин С.Арчер покрыл стекло коллодионом. Позитивы стали печатать на альбуминной бумаге. Фотографии можно было размножать.

Еще через два с небольшим десятилетия Ричард Меддокс предложил съемку на сухих броможелатиновых пластинках. Такое усовершенствование сделало фотографию родственной современной.

В 1873 г. Г.Фогель изготовил ортохроматические пластинки. Позднее были сконструированы объективы-анастигматы. В 1889 г. Д.Истмен наладил производство целлулоидных пленок. В 1904 г. появились первые пластинки для цветной фотографии, выпущенные фирмой «Люмьер».

Фотография наших дней – это и область науки о ней самой и область техники, это методы исследования и документации, «зеркало памяти» народов, это различные виды прикладной деятельности.

### **ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ФОТОБУМАГИ**

Луи Бланкар-Эврар (Франция) изобрел и применил непроявляемую альбуминную фотобумагу еще в 1850 г., она использовалась в качестве типовой до конца XIX века. Громоздкий фотоувеличитель, названный солнечной камерой, был изобретен в 1857 г. американцем Д.Вудвордом. С появлением дуговых ламп фотопечатание можно было выполнять в темной комнате, но оставалась нерешенной проблема прочности фотобумаги. В 1874 г. П.Маудслей в Англии сообщил о создании желатиновой фотобумаги, содержащей бромид серебра, и в 1879 г. Дж.Сван организовал промышленное производство этой фотобумаги. Желатина стала основой всех фотобумаг с проявлением, которые заменили альбуминную фотобумагу, и до сих пор используется в промышленном производстве.

# СТРОЕНИЕ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

Фотоматериалы (пленки, пластинки, бумаги, ткани) состоят из подложки (основы), на которую наносят подслой, светочувствительный эмульсионный и противоореольный слои.

**Эмульсионный слой** содержит микроскопически малые светочувствительные кристаллы – *галогенид серебра*, - равномерно распределенные в желатине и создающие оптические плотности – почернения.

**Желатина** – прозрачное клеящее вещество белкового происхождения, которое связывает кристаллы галогенида и крепит их к подложке.

**Подслой** в фотопленках и фотопластинках служит для удержания эмульсионного слоя на подложке, в фотобумагах – для предохранения проникновения эмульсии в пористую структуру бумаги.

**Противоореольный слой** предназначен для поглощения лучей, прошедших через пленку и создающих при отражении от внутренней поверхности подложки ореолы. Краситель противоореольного слоя поглощает лучи тех цветов, к которым материал наиболее чувствителен. Эмульсионный слой также подвергается противоореольной прокраске. Противоореольные красители разрушаются и выводятся при обработке. Они придают фотоматериалам легкую окраску различного тона.

# СТРОЕНИЕ ЦВЕТНЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

Цветные фотоматериалы содержат три основных светочувствительных слоя.

Цветная негативная пленка предназначена для получения цветного негативного изображения. Она состоит из следующих слоев:

Первый слой – **синечувствительный** – заключает в себе компоненту, дающую в процессе цветного проявления желтый краситель. Излучения зеленой и красной зон спектра не воздействуют на этой слой.

За первым слоем расположен *фильтровый желтый* подслой. Он нейтрализует действие активной синей зоны спектра на нижние светочувствительные слои.

Второй слой – **зеленочувствительный** – содержит компоненту, дающую пурпурный краситель.

Третий слой – **красночувствительный** – содержит компоненту, дающую голубой краситель.

Зеленый *противоореольный слой* нанесен на обратную сторону подложки. Он поглощает весь дошедший до нее красный цвет, исключая возможность ореолов.

# Светочувствительность

Светочувствительность – свойство фотослоя к химическому изменению под воздействием света с образованием скрытого изображения, которое после проявления (усиления) превращается в видимое.

Под критерием светочувствительности понимают величину, обратную количеству освещения, необходимого для получения почернения фотослоя, превышающего на определенную величину плотность вуали.

Изучением свойств светочувствительных материалов занимается особая область науки – сенситометрия (фотографическая метрология). В разных странах в соответствии с принятыми там сенситометрическими системами и стандартами светочувствительность фотопленок определяется по-разному.

# Цветочувствительность

Фотографические материалы неодинаково реагируют на лучи различных зон спектра. По виду цветочувствительности они делятся на несенсибилизированные, ортохроматические, изопанхроматические и инфрахроматические.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО**

**ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Технология получения фотографического изображения складывается из этапов, каждый из которых определяет качество будущего изображения. **Первый этап** – фотографическая съемка. На этом этапе получают сначала оптическое и скрытое фотографическое изображение. Умелое выполнение работ на этом этапе прежде всего предопределяет художественно-эстетические достоинства снимка. **Второй этап** – негативный процесс. В результате ряда операций химико-фотографической обработки на этом этапе получают негативное видимое изображение, в котором место светлых участков занимают темные и наоборот. *Позитивное изображение*, т.е. собственно фотографический снимок, получают на этапе позитивного процесса. На позитиве уже правильно передается распределение светлых и темных тонов.

Существуют и другие технологические схемы получения фотографического изображения, но описанная схема применяется наиболее широко.

**ФОТОХИМИЧЕСКИЕ РЕГИСТРИРУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ**

**Фотографический процесс** – это фотохимический процесс. Зерна галогенидов серебра, состоящие из упорядоченно расположенных атомов серебра и галогена (напр., хлора), при экспозиции на свету разрушаются под действием нескольких фотонов. Падающий фотон разрывает связь между атомами серебра и хлора в молекуле, и в результате освобожденный атом серебра соединяется с другими атомами серебра на поверхности зерна. Образовавшееся крошечное пятнышко серебра является носителем информации о том, что свет экспонировал эту часть пленки. Изображение не будет видимым, даже если его рассматривать на свету.

На *стадии проявления* экспонированные зерна галогенида серебра превращаются в зерна серебра, а с теми зернами, которые не подвергались воздействию света, такого превращения не происходит. В результате создается видимое негативное изображение. Так как неэкспонированные зерна галогенида серебра все еще светочувствительны, необходимо их или удалить, или превратить в любое соединение, нечувствительное к свету. В обычном процессе фиксирования неэкспонированный галогенид серебра удаляется.

Стадия проявления представляет собой процесс значительного усиления, которое уникально среди многих фотохимических процессов. Только фотохимический процесс в глазу характеризуется большим усилением в стадии проявления.

Один из давно известных фотохимических процессов – **светокопирование** – часто используется для размножения чертежей. Это процесс, в котором соли трехвалентного железа превращаются в соли двухвалентного железа под воздействием электромагнитного излучения. В одной из разновидностей этого процесса бумага покрывается железоаммониевой солью лимонной кислоты и калиевой солью железосинеродистой кислоты. Затем бумага экспонируется на очень ярком свету, проходящем сквозь чертеж на кальке, до тех пор, пока не образуется слабое изображение. Там, где свет попадает на бумагу, соединения трехвалентного железа переходят в соединения двухвалентного железа. При погружении бумаги в воду для проявления соединения трехвалентного железа превращаются в синеокрашенное цианидное соединение, образуя негативное изображение. В этом процессе не требуется фиксирования, хотя изображение не особенно стабильно в течение длительного времени. С помощью такого процесса при использовании других химических соединений может быть получен позитив. Стадия проявления в процессе светокопирования вызывает изменение цвета, но весьма незначительное.

**Диазопроцесс** – еще один фотохимический процесс, широко применяемый для получения копий. В одной из его форм определенное диазосоединение (органическое соединение), вещество, регулирующее проявление (обычно кислота), а также краситель используются для образования на бумаге среды, создающей изображение.

# Основные принципы фотографического процесса

Стандартный фотографический процесс может быть кратко изложен следующим образом. Фотопленка или фотобумага экспонируется в фотоаппарате или в фотоувеличителе. На поверхности зерен AgX, поглотивших значительное число фотонов, образуются мельчайшие крупинки серебра (центры проявления). Зерна, которые недостаточно освещались, остаются неизменными. Набор экспонированных зерен представляет собой скрытое изображение. Если бы эмульсию можно было рассматривать на этой стадии процесса, то никакого изображения нельзя было бы обнаружить невооруженным глазом, поскольку частицы серебра слишком малы.

Затем пленка (или бумага) проявляется с помощью выбранного восстановителя (проявителя), который превращает в чистое серебро зерна скрытого изображения. Частицы серебра действуют как катализатор в процессе проявления. Проявитель является донором электронов, и в процессе проявления электроны присоединяются к положительным ионам серебра, образуя атомы металлического серебра.

Если оставшиеся ионы серебра не удалить или не сделать их нечувствительными к свету, последующая длительная экспозиция на свету превратит их в атомы серебра, разрушая изображение. В процессе фиксирования неэкспонированные, практически нерастворимые в воде частицы галогенида серебра превращаются в растворимые в воде соединения, которые вымываются из эмульсии. Для прекращения проявления между стадиями проявления и фиксирования может использоваться фиксаж, или гипосульфит, который часто содержит кислоту, либо может применяться стоп-ванна. Фиксаж должен быть подобран таким образом, чтобы превратить неэкспонированные зерна галогенида серебра в соединения, растворимые в воде, но не растворить серебро изображения.

И наконец, пленка или бумага промываются для удаления побочных продуктов процессов проявления и фиксирования. Если этого не сделать, побочные продукты будут со временем разрушать изображение. Для того, чтобы сделать изображение долговечным, иногда применяют специальные соединения для нейтрализации гипосульфита, превращающие некоторые продукты фиксирования в бесцветные стабильные соединения. Это особенно важно для фотографий, представляющих собой архивные документы.

# Проявители

Чтобы проявить эмульсию, т.е. скрытое изображение превратить в видимое, необходимо выбрать восстановитель, чтобы проявить до серебра зерна, которые экспонировались на свету, и сохранить неизменными зерна, которые не экспонировались. Если пленку держать в проявителе длительное время при достаточно высокой температуре, то весь галогенид серебра будет превращен в серебро. Для достижения хорошего проявления надо использовать подходящий проявитель при определенных температурах и временах обработки. Проявителями могут быть как органические, так и неорганические соединения, но в настоящее время главным образом применяются ароматические соединения – производные бензола.

Проявители в водных растворах образуют ионы водорода. Концентрация этих ионов влияет на скорость восстановления проявителем галогенида серебра до металлического серебра. Концентрацию ионов водорода можно регулировать введением щелочи в проявитель во время приготовления последнего. Такие щелочи называются ускорителями ( напр., карбонаты натрия и калия, сложные соединения бора и натрия). В проявитель обычно добавляются сульфитные соединения (напр., сульфит натрия), иногда называемые сульфитами. Основные функции сульфита – действовать в качестве очистителя от использованного проявителя и в качестве стабилизатора. Наконец, большинство проявителей содержит замедлитель (напр., бромид калия), который действует как противовуалирующее вещество.

**Проявляющие вещества**. *Амидол* – одно из самых активных проявляющих веществ, способное проявлять без ускоряющих веществ, однако он очень быстро окисляется кислородом воздуха и поэтому долго не сохраняется в растворе. *Гидрохинон* – активное проявляющее вещество, создающее изображения с высокой оптической плотностью и контрастностью. *Глицин* – действует очень медленно, дает очень мягкие малоконтрастные негативы с хорошей проработкой деталей в тенях и с небольшой вуалью. *Метол* - наиболее распространенное проявляющее вещество, используемое как отдельно, в метоловых проявителях, так и в сочетании с гидрохиноном. Чисто метоловый проявитель работает медленно, дает мягкие негативы и используется в качестве выравнивающего.

# Обработка после проявления

После того как пленка или бумага проявлены, их часто помещают в слабокислый раствор (обычно 2%-ной уксусной кислоты), называемый *стоп-ванной*. Стоп-ванна может содержать бисульфитные соединения, которые удаляют окисленное проявляющее вещество и таким образом предотвращают пятнистое окрашивание эмульсии. На этой стадии процесса эмульсия содержит серебро и непроявленные галогениды серебра. Если галогениды серебра не удалить, то они будут чернеть при экспонировании на свету.

Для удаления продуктов проявления и фиксирования пленка или бумага должны промываться в больших количествах воды или в проточной воде: остатки использованного проявителя образуют пятна на отпечатке, а гипосульфит через длительное время изменяется, приводя к обесцвечиванию отпечатка.

Наконец, отпечаток или пленку надо высушить. Полиэтиленированная бумага или пленка сушатся на воздухе. Часто, чтобы ускорить процесс сушки, эмульсию обдувают нагретым воздухом.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная фотография находит все большее применение в науке, технике и повседневной жизни. На начальных этапах невозможно было предугадать, сколь широки будут возможности использования фотографического метода. Благодаря фотографии человечество получает изображения элементарных частиц, составляющих атом, и изображения земного шара, Луны и других планет; изображения живой клетки и кристаллической решетки минералов; изучает процессы, протекающие за одну миллионную долю секунды, и процессы, длящиеся десятилетия.

Наряду с повсеместным применением фотографии в науке и технике наиболее давнее и массовое распространение она получила как вид искусства.

Фотография сочетает в себе оптику, точную механику и тонкую химическую технологию, а со стороны технической и художественной – теорию композиции, эстетику и теорию восприятия.

Использованная литература:

1. Э.Митчел “Фотография”, Изд-во Мир, М., 1988
2. В.А.Горбатов, Э.Д.Тамицкий «Фотография», Изд-во Легпромбытиздат, М., 1985
3. «Краткий справочник фотолюбителя» под ред. Н.Д.Панфилова и А.А.Фомина, 4-е издание,

Изд-во Искусство, М., 1985

4. Советский Энциклопедический словарь, ред. А.М.Прохоров, Изд-во Советская Энциклопедия, М., 1983