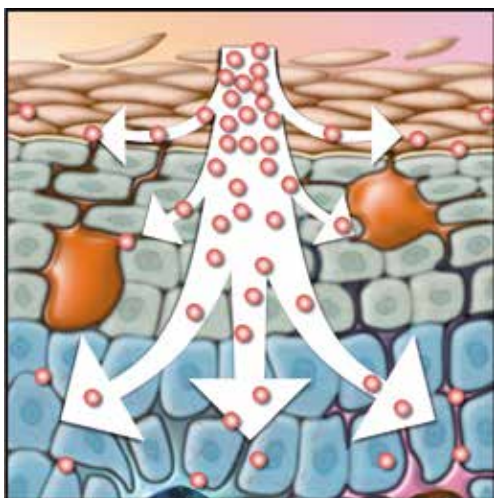


## Системы доставки

К сожалению, в состав косметики можно включить далеко не каждый ингредиент. Это происходит по разным причинам: какие-то вещества плохо сочетаются друг с другом, какие-то являются неустойчивыми, а какие-то просто физически не пройдут через эпидермальный барьер.

Но люди все равно хотят видеть кремы с определенными ингредиентами и готовы платить за это. А если кто-то открывает кошелек, у химиков появляется реальный стимул, чтобы дать потребителям то, что они хотят. И это получилось — ученые смогли разработать **системы доставки и контролируемого высвобождения веществ**.

### Контролируемое высвобождение



Принцип действия систем доставки — они помогают веществам (мелкие шарики на рисунке) проникнуть в ранее непроницаемый роговой слой и контролируемо высвободиться в нем или в более глубоких слоях

Системы доставки и технологии контролируемого высвобождения активных ингредиентов расширяют перспективы косметической промышленности на области, ранее занятые фармацевтическими компаниями. Косметика постепенно начинает действовать на весь организм и становится уже **космецевтикой**, — это слово образовано смешением «косметики» и «фармацевтики».

Целью большинства систем доставки с контролируемым высвобождением активных ингредиентов является их перенос в определенные участки кожи при сохранении самих веществ в стабильном состоянии. Немаловажны при этом и эстетические свойства продукта — сколь гениальным действием ни обладала бы косметика, никто не купит дурно пахнущий или плохо выглядящий крем или лосьон.

Проще всего доставить в кожу вещества путем изменения проницаемости рогового слоя эпидермиса. Для этого используются транспортные системы, обладающие свойствами, аналогичными липидам кожи, что позволяет легко интегрироваться в роговой слой и высвобождать в нем (или глубже) активные компоненты.

Есть также вид транспортных систем, которые предназначены для фиксации на поверхности кожи, укрепляя защитные свойства кислотной мантии или даже замещая ее.

Преимущества систем доставки	Примеры
Преодоление несовместимости ингредиентов	Жирорастворимые вещества теперь можно вводить в прозрачные водные системы
Предотвращение окисления или разложения компонентов	Стала возможной защита ингредиентов, подверженных окислению (витамин С), от действия воздуха
Пролонгация срока годности готовой продукции	Защита активных ингредиентов от окисления предотвращает изменение цвета косметики со временем
Улучшение эстетических свойств готового продукта	Инкапсуляция глицерина позволила снизить его вязкость и включить в состав сухих порошкообразных смесей
Снижение раздражающего действия активных веществ	Инкапсуляция альфа-гидроксикислот позволила снизить их раздражающее действие на кожу
Обеспечение длительных благоприятных эффектов	Компоненты, снижающие раздражение кожи, могут успокаивать ее на протяжении долгого времени вместо ограниченного действия сразу после нанесения косметики

## Варианты систем доставки

### Липосомы

#### Липосомы не указывают в составе?

Действительно, производители не указывают липосомы в качестве ингредиентов на этикетках косметических средств. Зато указывают вещества, из которых эти липосомы состоят, а также их содержимое (если оно есть). Чтобы выявить липосомы в перечне ингредиентов, ориентируйтесь на союз «и»: например, «вода (и) спирт (и) лецитин (и) сафлоровое масло (и) токоферол ацетат» — это почти наверняка будет липосома.

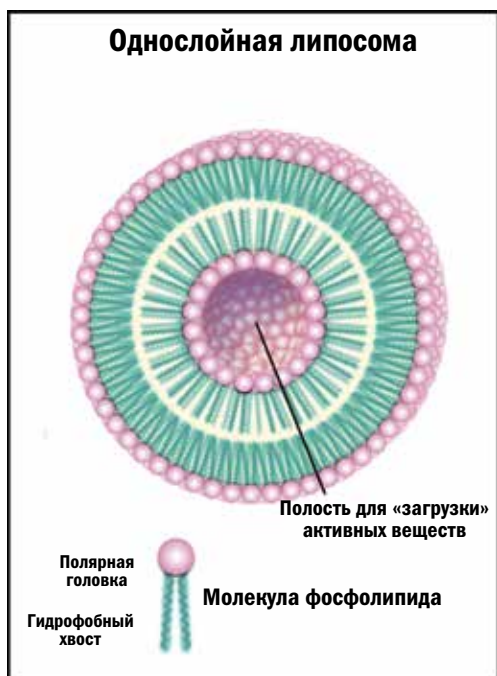
Липосомы являются микроскопическими сферами, заполненными жидкостью, стенки которых сформированы из слоев фосфолипидов, аналогичных фосфолипидам клеточных мембран.

Сейчас вполне реально разработать липосомы практически для любых нужд, — это делается путем варьирования содержания липидов, их размера, поверхностного заряда и способа синтеза. В итоге создаются липосомы для доставки лекарственных препаратов, витаминов и вообще практически любых компонентов косметических средств. Кстати, наиболее совместимыми с роговым слоем оказались липосомы, полученные из фосфолипидов соевого лецитина.

Существуют три основных типа липосом:

1. Маленькие однослойные везикулы — имеют однослойную липидную мембрану и небольшой размер.
2. Большие однослойные везикулы — то же самое, что и маленькие, но гораздо крупнее.
3. Многослойные везикулы — имеют несколько слоев липидных мембран.

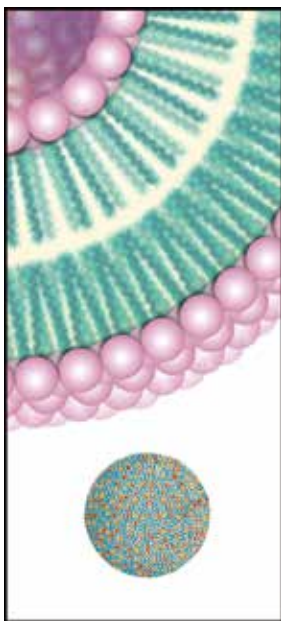
Липосомы сами по себе не обладают увлажняющими свойствами, но, имитируя структуру липидных бислоев, они «ремонтируют» роговой слой и тем самым замедляют трансэпидермальную потерю воды.



При нанесении на кожу наружная фосфолипидная оболочка липосомы связывается с корнеоцитами рогового слоя, — для человека это сопровождается ощущением «обволакивания» кожи после нанесения средства. В результате легкого окклюзионного эффекта формируется пленка, которая замедляет ТЭПВ и усиливает барьерную функцию эпидермиса. Поскольку липосомы проходят через липидные бислои, большая часть фосфолипидов встраивается в их масляную фазу, одновременно обогащая защитную барьерную систему. Часть фосфолипидных молекул постепенно просачиваются через роговой слой и захватываются живыми клетками. Водная фаза липосом также высвобождается в липидных бислоях, тем самым повышая гидратацию эпидермиса. Одновременно с таянием липосомы во время прохождения через эпидермис высвобождается и инкапсулированный активный «груз».

В начале 90-х гг. прошлого века липосомы получались довольно хрупкими и неустойчивыми. Но даже тогда в одной капле сывороток премиум-класса содержалось до 2400 везикул. Сегодня косметическим химикам доступно множество липосом, загруженных активными компонентами, которые предназначены для коррекции тех или иных состояний кожи. Основное различие между такими продуктами заключается именно в начинке липосом. Если же начинки нет вовсе (или содержится только вода), липосомы действуют намного хуже. При этом

они стоят намного дешевле, поэтому такая косметика регулярно встречается на полках магазинов. Будьте внимательны и не попадайтесь на слово «липосомы» — тщательно изучайте состав средства!



Соотношение размеров липосом и наносом

### Наносомы

Наносомы представляют собой одно- или двухслойные структуры диаметром около 50 нм (это обычный размер, но бывают и другие). Несмотря на то что «наносома» звучит похоже на «липосому», они гораздо меньше вторых, а также различаются по составам и технологиям производства.

Наносомы состоят, как правило, из одного вида фосфолипидов, в отличие от лецитина, представляющего собой смесь различных фосфолипидов. При этом некоторые наносомы содержат много **фосфатидилхолина** — одного из важнейших компонентов клеточных мембран. Лецитин, который используется для создания липосом, обычно несет в себе только 10–20% фосфатидилхолина, в то время как его более высококачественные сорта, применяемые для создания наносом, могут содержать до 40% фосфатидилхолина. Поскольку при создании наносом используются биосовместимые материалы, то предполагается, что они станут лучше взаимодействовать с кератиноцитами, а также будут менее аллергенными и станут легче биodeградировать.

Некоторые из процессов создания наносом включают в себя использование технологии «сверхкритических флюидов» высокого давления или обработку больших многослойных липосом ультразвуковыми волнами. Эти процессы весьма сложны, длительны и чрезвычайно чувствительны к условиям. Поэтому стоимость производства наносом выше, чем обычных липосом.

Наносомы, полученные из различных типов фосфолипидов, могут содержать, инкапсулировать и транспортировать водо- и жирорастворимые вещества. Но и сами по себе они могут доставлять фосфатидилхолин к клеткам рогового и других слоев эпидермиса, то есть **«пустые наносомы» намного полезнее «пустых липосом»**. Почему это так? Дело в том, что фосфатидилхолин является основным строительным липидом клеточных мембран. «Пустые наносомы» несут на себе гораздо больше фосфатидилхолина и могут эффективнее чинить повреждения клеточных стенок, что и делает их чрезвычайно полезными.

Благодаря своим размерам (> 100 нм), которые гораздо меньше межклеточных промежутков (~240 нм), они легко проникают в кожу и более эффективно транспортируют к клеткам-мишеням заключенные в них активные ингредиенты.

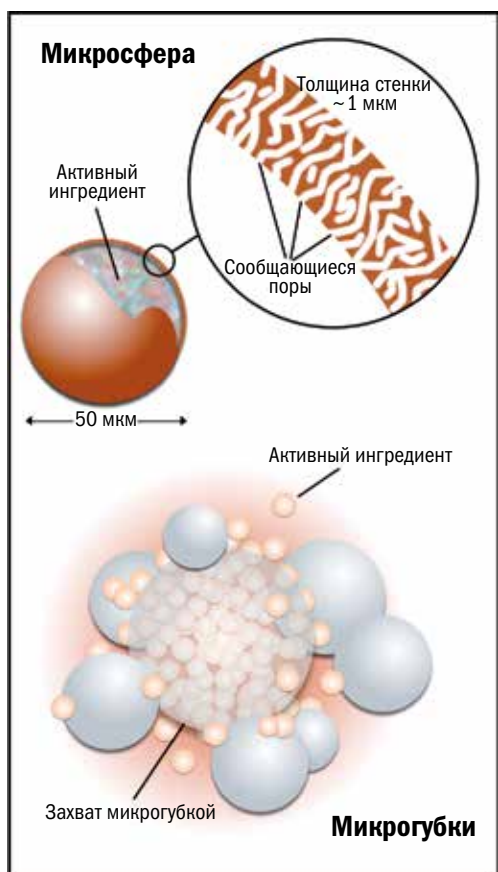
### Микросферы

Растительные микросферы состоят из водорослей, имеют округлую форму и содержат систему микроканалов — за счет этого активный ингредиент рассредоточен по всей сфере. Его высвобождение при нанесении препарата на кожу происходит путем диффузии либо вследствие разрушения сферы.

Растительные микросферы достаточно велики, поэтому это не наносомы — их, скорее, можно отнести к группе липосом. Зато, в дополнение к уже названным преимуществам липосом, растительные микросферы придают косметическому продукту эстетическую привлекательность. Они бывают достаточно велики, чтобы быть заметными визуально или ощутимыми тактильно. Их можно окрашивать в разные цвета, а маркетологи могут с уверенностью писать «натуральный продукт» на упаковке такой косметики, ведь микросферы-то растительные!

### Микрогубки

Микрогубки (Microsponge®) создаются путем образования перекрестных связей между мономерами с получением эмульсионных полимеров, а затем «сминанием» их в пористые



структуры. Как правило, эти системы имеют сферическую форму и размеры от одного до нескольких сотен микрометров (то есть они тоже в группе липосом). Что касается объема самих пор, то он находится в диапазоне от 0,5 до 5 см<sup>3</sup>/г.

Пористая поверхность отличает микрогубки от традиционных молекул липосомального типа – в микрогубках присутствует множество крошечных ячеек, в то время как в липосомах весь активный ингредиент размещается внутри оболочки (но не в каналах, как у микросфер, а именно **в порах**).

Огромное количество ячеек внутри микрогубок существенно увеличивает объем полостей, в которые могут помещаться активные ингредиенты. Это уникальное свойство позволяет микрогубкам функционировать в одном из двух «режимов»: они могут либо доставлять препарат, выпуская захваченные ингредиенты, либо поглощать нежелательные вещества, например избыток жировых компонентов в коже.

### Системы доставки на основе витамина E

Австралийская компания Phosphagenics создала новую систему доставки активных ингредиентов на основе витамина E – **токоферол-фосфатную смесь** (Tocopherol phosphate mixture). Добавление фосфатной группы стало ключом к созданию водо- и жирорастворимого, а также стабильного витамина E. Поскольку липидные бислои рогового слоя эпидермиса имеют как жировые, так и водные фазы, то амфифильность соединения помогает его молекулам более эффективно диффундировать через данную преграду, а также способствует образованию мелких пузырьков, которые могут быть использованы для переноса других ингредиентов.

Подобный вид транспортной системы легко адаптируется для нужд косметической промышленности и может применяться в качестве носителя других компонентов и антиоксиданта. Это ингредиент нового тысячелетия, обладающий структурной и функциональной совместимостью с кожей, работа которого носит практически «натуральный» характер.