



2.5

**ИЗНАШИВАНИЕ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.**

В конструкциях ЛА

- применяется большое количество неметаллических материалов: резины, органическое стекло, пластмассы, фрикционные материалы, ткани, лакокрасочные покрытия, декоративные материалы, древесина.

Основой

многих неметаллических
материалов являются
естественные и
искусственные
полимерные вещества
(каучуки, смолы и др.)

Старение полимеров

Оно представляет собой такое необратимое изменение свойств, которое происходит под действием тепла, кислорода, солнечного света, ионизирующих излучений, озона, механических напряжений и др.

В процессе старения

происходят химические превращения макромолекул, приводящие к их деструкции.

- **Деструкция** - разрушение макромолекул под действием тепла, кислорода, влаги, света, радиации, механических напряжений.

В следствия старения

ухудшаются механические характеристики полимеров, появляются трещины на поверхности, разрастающиеся с течением времени.

- Рассмотрим старение полимеров на некоторых примерах.

Органическое стекло

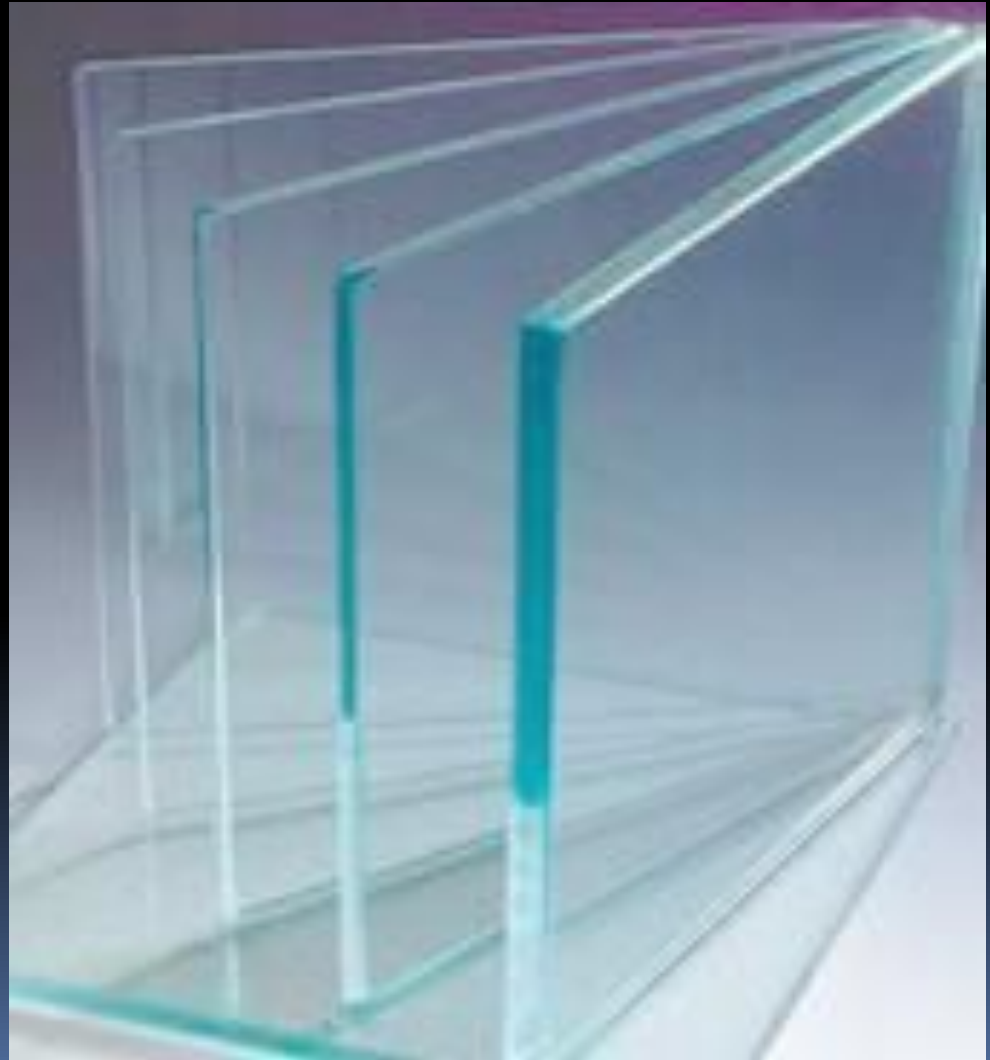
(Полиметилметакрилат)

Обладает **малой**
теплопроводностью и
одновременно с ЭТИМ
значительным
коэффициентом
линейного
термического
расширения.



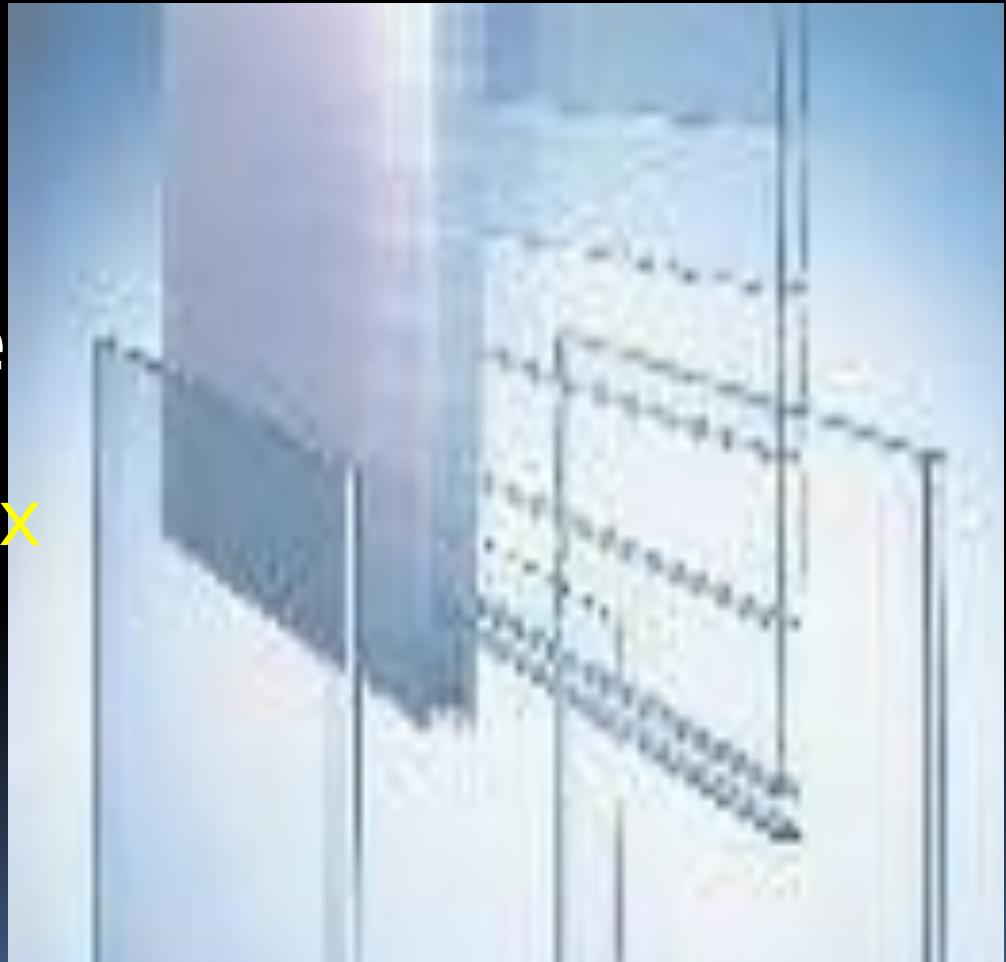
При резкой

смене температур
отдельные слои
вследствие малой
теплопроводности
приобретают
различную
температуру.



Это вызывает

появление
внутренних
напряжений в
органическом стекле
и может привести к
образованию мелких
поверхностных
трещин, которые
обычно называют
«**серебром**».





Внутренние напряжения

- МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ при монтаже деталей из оргстекла вследствие неравномерной затяжки.
- Под воздействием этих напряжений может произойти деструкция , которая с течением времени приведёт к появлению трещин.

Деструкция

- макромолекул некоторых каучуков в среде воздуха происходит вследствие окисления, что также с течением времени приводит к появлению поверхностных трещин.
- Во многих гидрогазовых системах воздух заменяют азотом, поскольку основные уплотнения изготавливаются из резин

Старение резин

- может происходить от действия солнечного света, вызывающего ухудшение её физико-механических свойств.
- Вследствие этого хранение изделий из резины на открытом воздухе, с доступом солнечного света приводит к преждевременному выходу их из строя.

Старение полимеров.

- Поскольку полимеры входят в состав многих авиационных материалов и особенно лакокрасочных покрытий – то их старение имеет такую же природу .

Изнашивание резин и неметаллических материалов

- Резина широко применяется в подвижных и неподвижных соединениях различных систем в качестве уплотнителей (манжеты, кольца, прокладки и т.п.) и мембран.
- В подвижных соединениях резиновые детали изнашиваются вследствие контактирования с металлическими поверхностями

Из-за значительного различия

- механических свойств
трущихся материалов
решающее влияние на трение
и изнашивание резин
оказывает шероховатость
металлической поверхности.

Здесь следует учесть

, что очень гладкие
металлические поверхности
($Ra=0.04-0.16$ мкм) неспособны
удерживать смазку в зоне
контакта с уплотняющим
элементом, а это увеличивает
износ.

Грубо обработанные поверхности

($R_a = 2.50 - 1.25$) хорошо
удерживают смазку, но большие
микронеровности деформируют
поверхностный слой резины, что
также увеличивает износ.

Максимальная долговечность

манжетных уплотнений

достигается при параметре

шероховатости поверхности

металла ($Ra=0.16-0.63$)

- При трении резин по твёрдым поверхностям наибольшее значение имеет усталостный износ

Т.к. в процессе

внешнего трения происходит
многократное деформирование
резины в отдельных пятнах
фактического контакта, которое
приводит к разрушению и
последующему отделению
материала.

Влияние температуры

- Значительное влияние на изнашивание резин оказывает температура.
- Температурный режим работы уплотнений определяется температурой уплотняемой среды и количеством тепла, выделяющегося при трении.

Температура трения

- может при определённых режимах работы уплотнений превышать температуру уплотняемой среды на 80-100°C.
- При значительном износе и повышенной температуре наблюдаются термоокислительные процессы, приводящие к деструкции полимера.

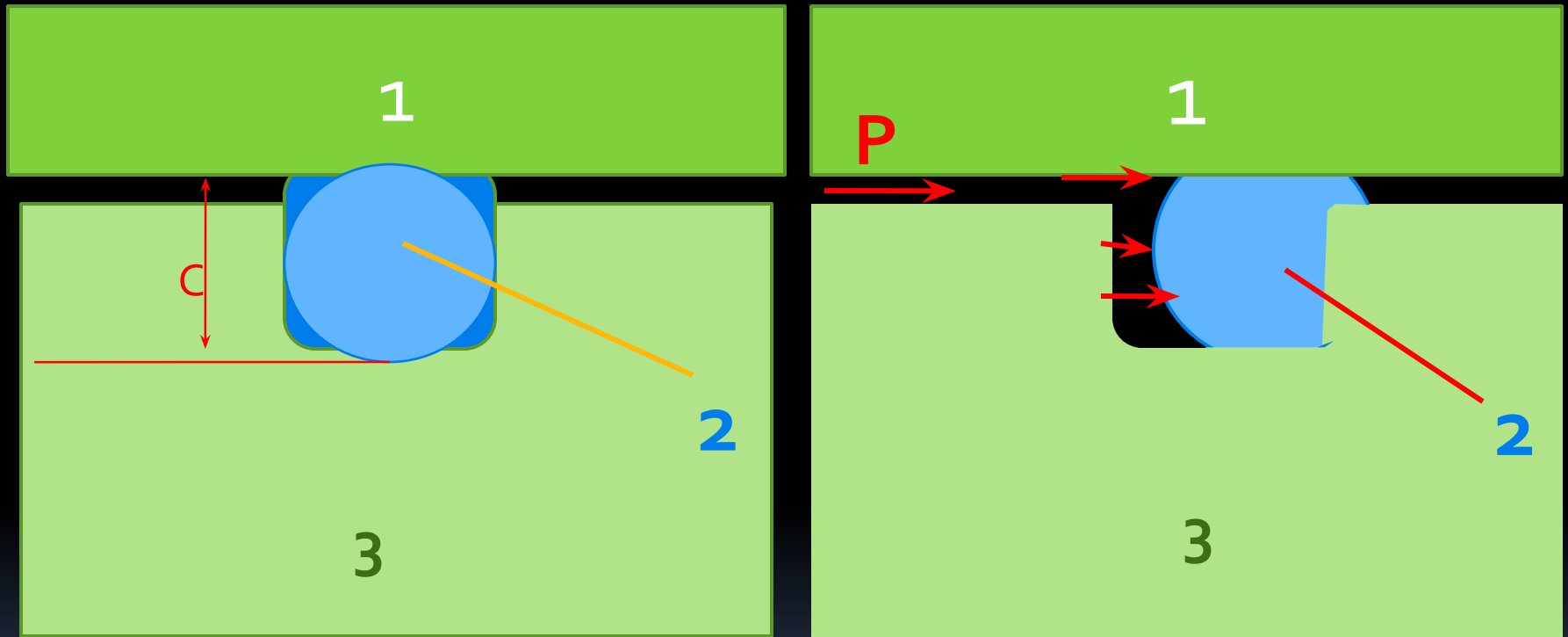
Износы резин

увеличиваются при их деформации.

Рассмотрим это положение на примере работы уплотнительного резинового кольца.

Как известно, каждое кольцо установлено с определённым обжатием, иначе в противном случае не произойдёт уплотнения.

Деформация резинового кольца в процессе работы



Диаметр резинового кольца 2,
установленного для уплотнения
зазора между поршнем 3 и
цилиндром 1, больше чем размер С.

- в процессе работы давлением Р
кольцо может быть вытеснено в
зазор, при этом резина
дополнительно деформируется

Эта деформация

- увеличивает **скорость изнашивания**.
- **очень важно** в связи с этим **правильно подбирать размеры колец в соответствии с размерами установочных мест, избегая излишней деформации.**

Резиновые протекторы

шин шасси интенсивно изнашиваются в период эксплуатации и хранения .

- Вся шина подвергается деформации при рулении.
- Поверхностный слой протектора шины испытывает влияние температуры при трении о поверхность взлётно-посадочной и рулёжной полос.

В результате

- окисление происходит, что приводит к росту интенсивности изнашивания.
- Износ протекторов имеет преимущественно усталостный характер вследствие многократного деформирования при контактировании с поверхностью покрытия полос.

Однако

- здесь имеет место также абразивный износ, поскольку на поверхности всегда имеются твёрдые частицы.
- Износы неметаллических фрикционных материалов, например в тормозных устройствах, связаны с их функционированием в рабочем состоянии.

Их фрикционно-износные характеристики

расчитываются при проектировании, что даёт **возможность** установить их ресурс на стадии проектирования.

- Остальные **неметаллические** материалы в **большинстве** случаев изнашиваются **вследствие** механических **напряжений**, воздействия внешней среды, особенно температуры.

Декоративные материалы

- в следствие влияния и воздействия на них механических нагрузок, солнечного света, радиации , электростатических напряжений загрязняются, вытягиваются , теряют форму и их заменяют.



2.6

**РАЗРУШЕНИЕ
ЛАКОКРАСОЧНЫХ
ПОКРЫТИЙ**

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗРУШЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

C-130
29.0km

На долговечность

лакокрасочных покрытий
оказывают влияние
технологические факторы
(подготовка поверхности,
условия сушки и т.п.), качество
материала покрытий, условия
эксплуатации.

ОСОБЕННОСТЬЮ

- авиационных конструкций является довольно **длительное** их пребывание на **значительном** удалении от земли, что приводит к более **сильному** воздействию солнечной **радиации**, способствующей процессу **светового старения** лакокрасочного покрытия.

При подъёме на высоту

возрастает **перепад температур**.

- До высоты **11000 м** **понижение температуры на каждые 1000 м** достигает **6,5 град.С**.
- При этом на высоте **6000-7000 м** **температура окружающего воздуха понижается чаще всего ниже -40 град.С**

Перепад температур

способствует разрушению покрытий.

- значительное влияние на защитные свойства покрытий оказывают отрицательные температуры.
- При длительном воздействии холода (-50град.С) плёнки теряют эластичность, делаются хрупкими.

Обшивка

сверхзвуковых самолётов на скоростях полёта около 2000 км/час нагревается до 130 град.С.

- Некоторые детали реактивного двигателя нагреваются до 400град С.
- При таких температурах плёнки теряют массу и снижают свои защитные свойства.

На поверхности

- летящего аппарата **образуется электрический потенциал**, который **может меняться** в зависимости от **электрических** процессов, протекающих в **нижних** слоях атмосферы.
- Выпадение осадков **способствует** возникновению **разности потенциалов** на **отдельных** участках конструкции, что ускоряет **разрушения** покрытий.

В воздухе

- во взвешенном состоянии могут находиться абразивные частицы (пыль, песок, град), способствующие изнашиванию покрытий (**эрозии**), особенно на лобовых кромках крыла, стабилизатора, лопастей воздушных винтов, лопастей вертолѐта, обтекателей антенн, лопаток воздушного компрессора реактивного двигателя и других поверхностях.

Концентрация влаги

- на окрашенной поверхности, особенно задержка её на длительное время приводят к понижению защитных свойств покрытий.

Под влиянием

перечисленных факторов
происходят :

- изнашивание,
- разрушение,
- изменение цвета,
- потеря защитных свойств
лакокрасочных покрытий.



Виды дефектов

Характер их разрушений

классифицируется по видам **дефектов**:

- **меление,**
- **выветривание,**
- **растрескивание,**
- **отслаивание,**
- **пузыри,**
- **сыпь,**
- **коррозия**

Меление-

разрушение поверхностного и пигментированного слоя.

- Под воздействием солнечной радиации, кислорода, озона постепенно изменяется структура полимера, происходит фотоокислительная деструкция.
- В результате этого плёнка теряет прочность и под действием потока воздуха изнашивается поверхностный слой.

Затем

незащищённые плёнкой
частицы пигмента
вымываются дождём,
уносятся потоком воздуха,
происходит уменьшение
толщины и разрушение
покрытия.

Выветривание-

- это процесс ***эрозионного*** разрушения покрытия , при котором ***набегающим*** потоком воздуха ***уносятся*** частицы лакокрасочного покрытия .
- При ***интенсивном*** выветривании защищаемая поверхность ***может быть полностью оголена.***

Растрескивание

лакокрасочного покрытия происходит :

- вследствие старения (изменения свойств покрытия под действием окружающей среды),
- под действием температурных факторов,
- при неоднократных деформациях окрашенной поверхности.

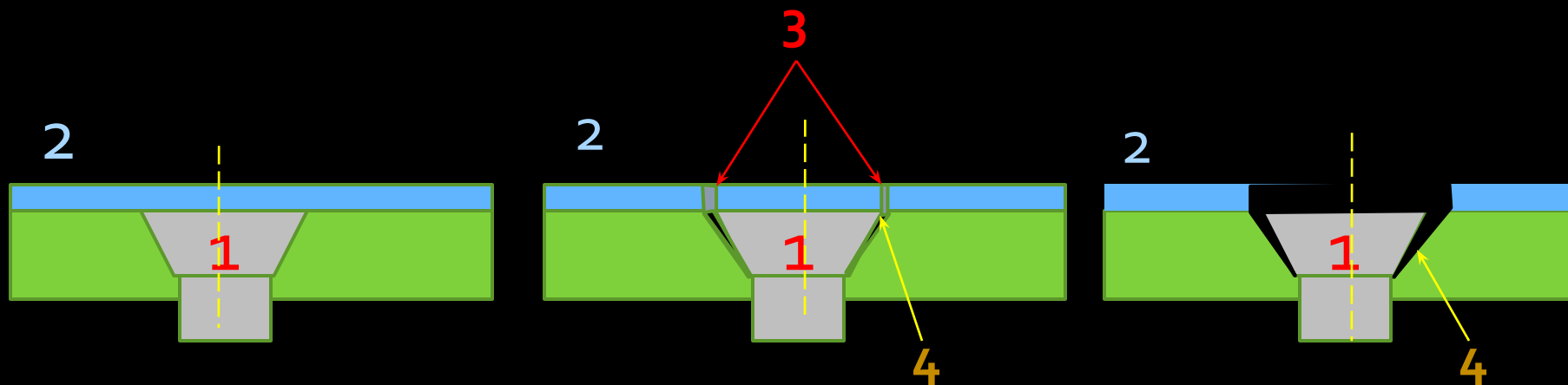
При этом плёнка теряет механическую прочность и эластичность.

Под действием

сил внутренних напряжений в плёнке возникают трещины или шелушения.

- Под влиянием деформаций окрашенного элемента конструкции также может происходить растрескивание покрытия.

Схема разрушения защитной плёнки



- На рис.4.19 изображён **ход разрушения** **защитной плёнки 2**, вокруг головки **заклёпки 1**.
- **Разрушение** начинается с образования **трещин 3**, сквозь которые проникает **влага** и образуется **коррозия 4**, после чего происходит **шелушение**.

Отслаивание

Происходит вследствие нарушения адгезии (сцепления) между слоями покрытия или между покрытием и окрашенной поверхностью.

- Отслаивание является следствием *технологического брака*:
 - плохой подготовки поверхности,
 - нарушения режима сушки,
 - применения *некачественных* материалов и т.п.

Сыпь и пузыри

- Образуются главным образом под воздействием влаги, которая проникает в тело плёнки через капилляры (образовавшиеся при испарении растворителя), поры, микрозазоры.
- Вследствие поглощения молекул воды плёнка набухает, происходит в отдельных местах деформация покрытия с образованием пузырей, сыпи.

Потеря прочности

плёнки из-за

деформации ведёт к

нарушению адгезии и

дальнейшему

разрушению покрытия.

Коррозия

- Это появление продуктов коррозии на поверхности покрытия **в виде** бурых или тёмно-коричневых точек, пятен, а также **вспучивания** покрытия в результате **скопления** *продуктов* **коррозии** под защитной плёнкой

Образование коррозии

под лакокрасочной плёнкой
может быть вызвано

неудовлетворительной

подготовкой поверхности или

недостаточными защитными
свойствами покрытия.

Покрытия могут разрушаться

- вследствие **растворения** или **размягчения** под воздействием **агрессивных** жидкостей – бензина, минеральных и синтетических масел, химикатов и ядохимикатов.
- Стойкость покрытия к действию агрессивных веществ **зависит от вида лакокрасочных** материалов, которые входят в систему покрытия.

Лакокрасочные плёнки

могут повреждаться в
процессе эксплуатации
вследствие небрежного
обращения (*риски, царапины,
забоины*) или контактирования
в конструкции (*потертости*)

Разрушение

лакокрасочных покрытий
лишает металл защиты от
коррозии, ухудшает внешний
вид деталей, поэтому их
восстановление при ремонте
имеет весьма важное
значение.