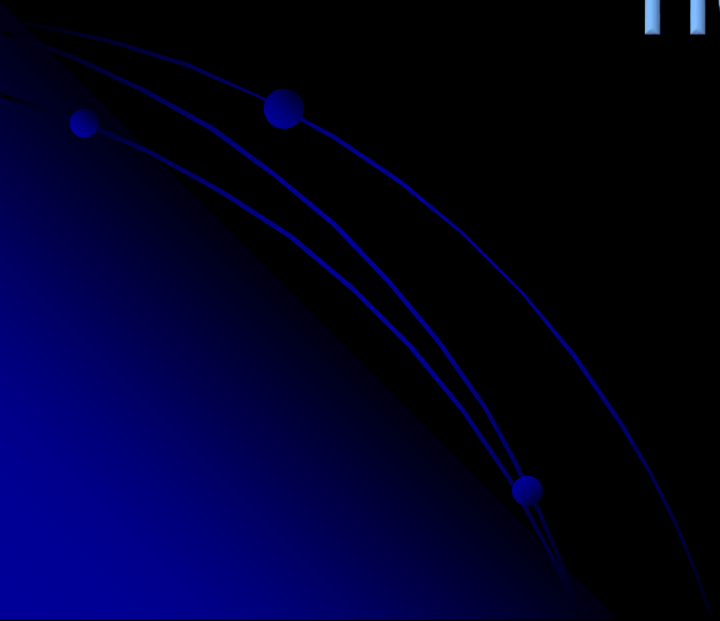


ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПОКРЫТИЯ



Система нормативных документов в строительстве
СВОД ПРАВИЛ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ И ПЕРЕКРЫТИЙ**

Методы расчета и конструирование

СП 52-117-2008*

Москва
2010



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «СТРОИТЕЛЬСТВО»

ОАО «НИЦ «Строительство»

ПОСОБИЕ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПОКРЫТИЙ И ПЕРЕКРЫТИЙ
(к СП 52-117-2008*)

Москва
2010

НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ
ПОКРЫТИЙ
И ПЕРЕКРЫТИЙ



МОСКВА — 1979



МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП 63.13330.2012

**БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Актуализированная редакция

СНиП 52-01-2003

Издание официальное

Москва 2012



МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП 20.13330.2011

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

Актуализированная редакция

СНиП 2.01.07-85*

Издание официальное

Москва 2011

Строительные конструкции

```
graph TD; A[Строительные конструкции] --> B[плоские]; A --> C[пространственные]
```

плоские

пространственные

Плоские конструкции это такие конструкции, у которых несущие элементы и действующие на них нагрузки находятся в одной плоскости.

Остальные конструкции пространственные.

Общая классификация строительных конструкций

ПЛОСКИЕ

БЕЗРАСПОРНЫЕ

РАСПОРНЫЕ

СПЛОШНЫЕ

СКВОЗНЫЕ

СПЛОШНЫЕ

СКВОЗНЫЕ



БАЛКА



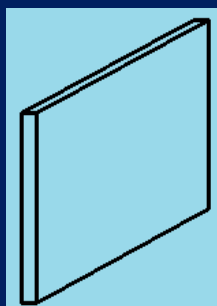
ШПРЕНГЕЛЬ



АРКА



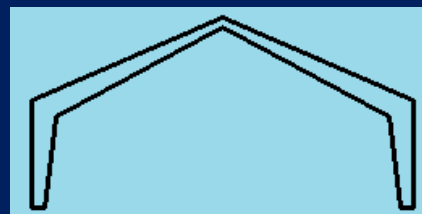
АРКА



СТЕНА



ФЕРМА



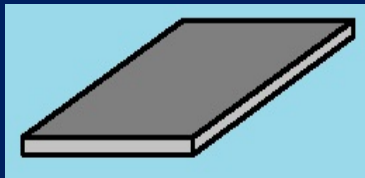
РАМА



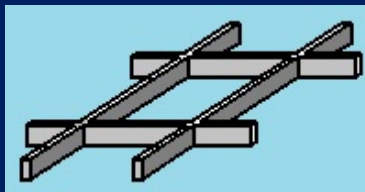
РАМА

БЕЗРАСПОРНЫЕ

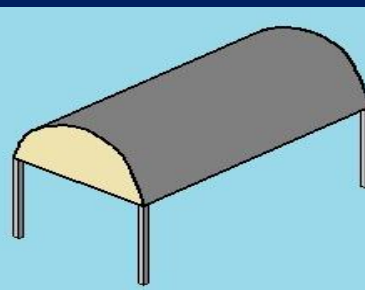
СПЛОШНЫЕ



ПЛИТА



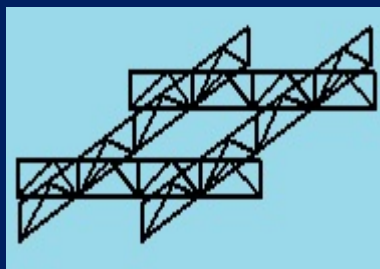
ПЕРЕКРЕСТНЫЕ БАЛКИ



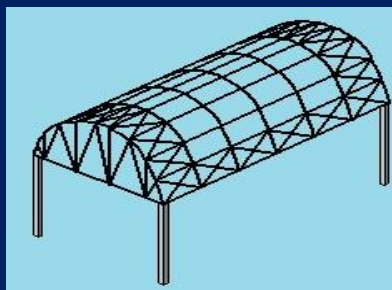
ОБОЛОЧКА

СКВОЗНЫЕ

СТРУКТУРА



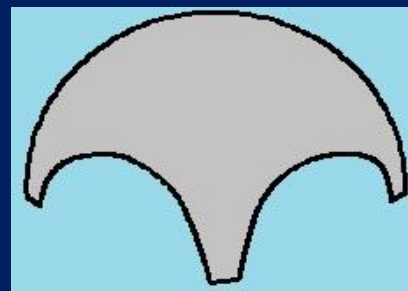
ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ФЕРМЫ



ПРОСТР. СТЕРЖ. СИСТЕМА

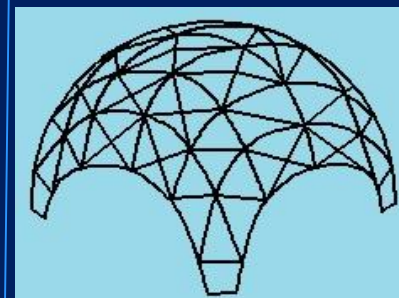
РАСПОРНЫЕ

СПЛОШНЫЕ

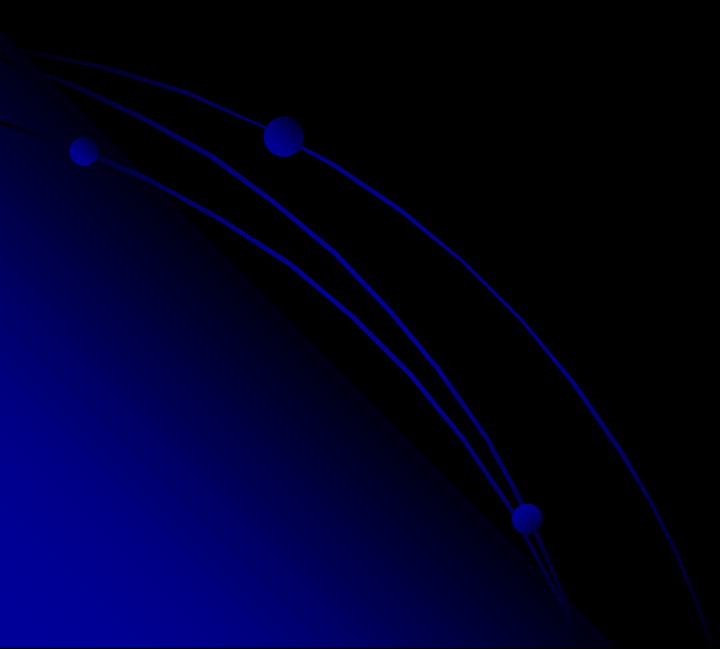
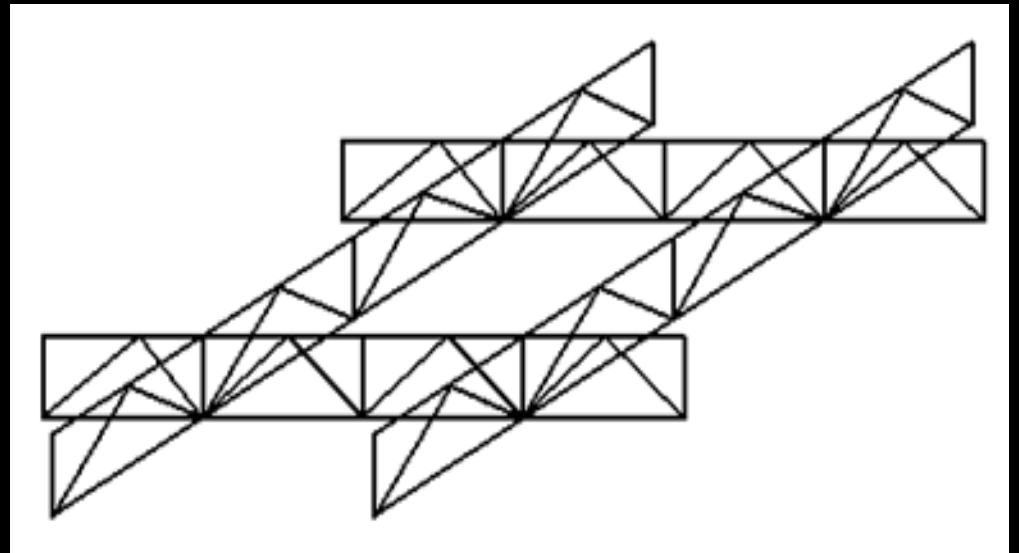
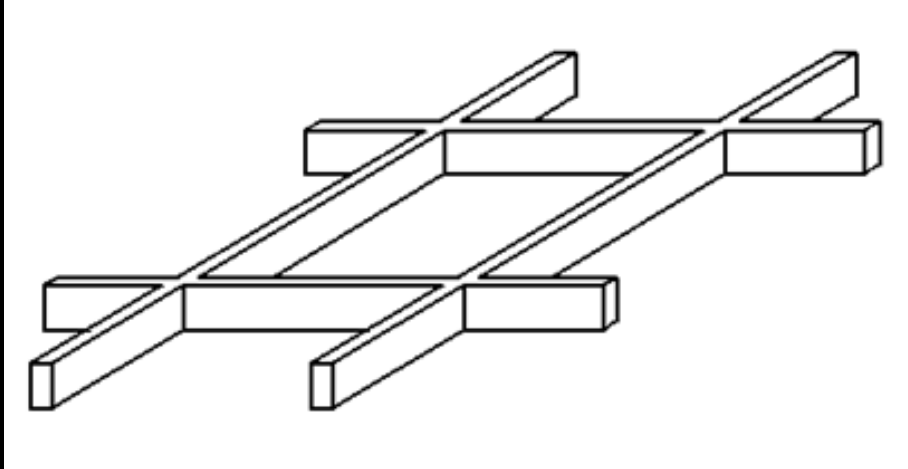


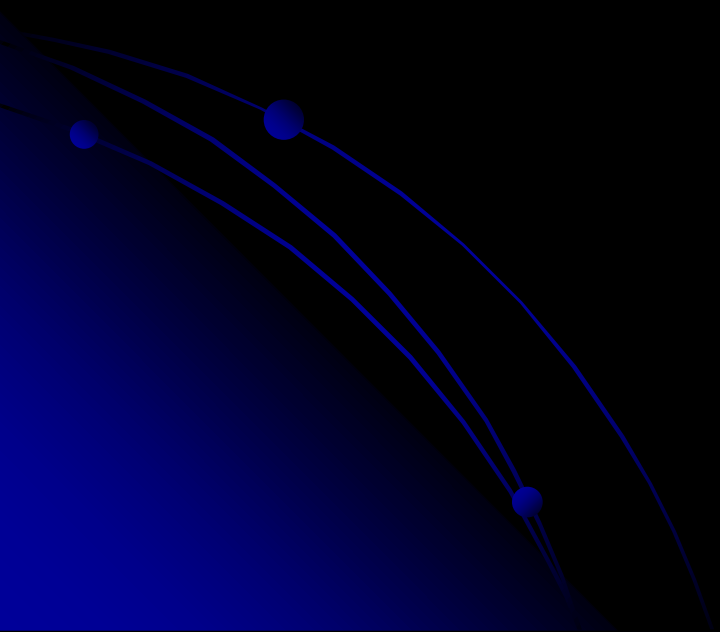
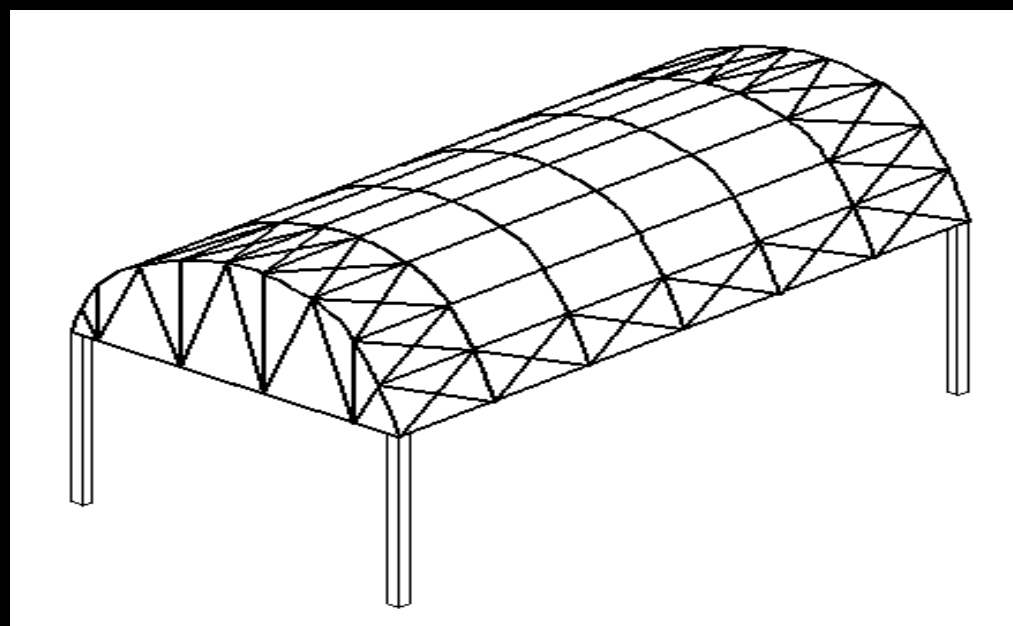
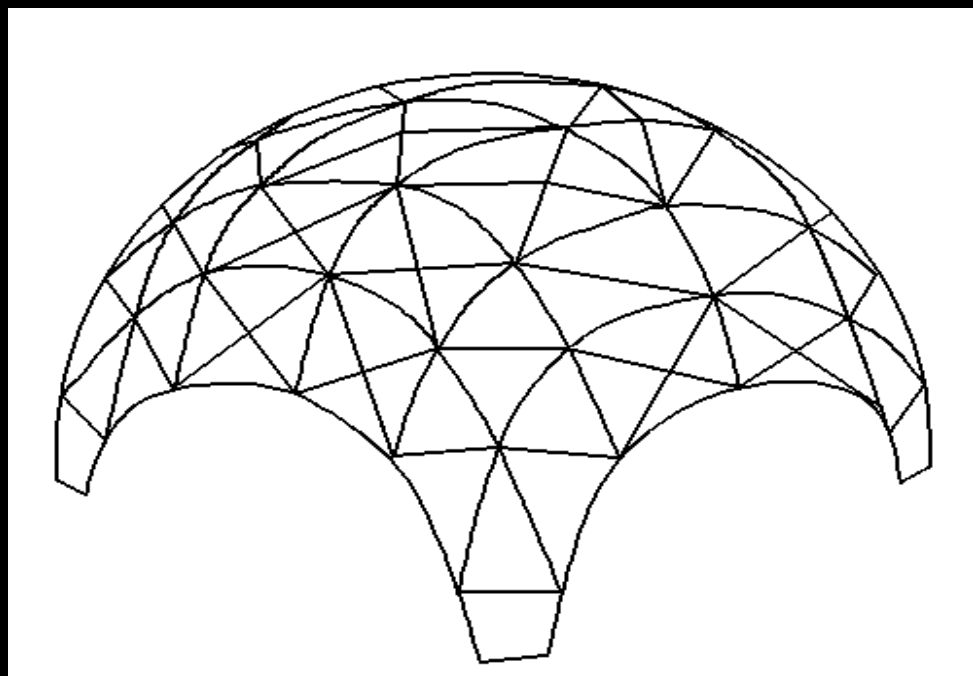
ОБОЛОЧКА

СКВОЗНЫЕ



ПРОСТР. СТЕРЖ. СИСТЕМА









Тонкостенные пространственные конструкции это конструкции, у которых два размера одного порядка, а третий размер (толщина) во много раз меньше.

Состав ТПК:

- тонкостенная оболочка - пространственная конструкция, ограниченная двумя криволинейными поверхностями, расстояние между которыми мало по сравнению с другими ее размерами.
- контурные элементы, передающие нагрузку от покрытия на колонны, стены или иные вертикальные несущие конструкции.

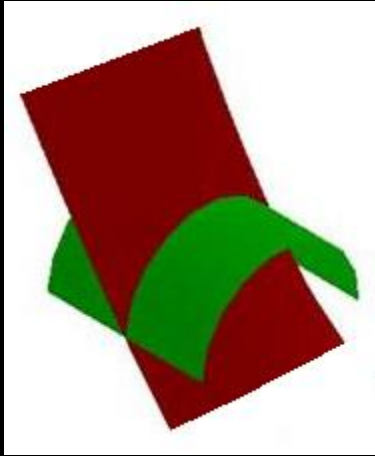
Классифицируют оболочки, в первую очередь, по двум признакам: кривизне и способу создания срединной поверхности.

Срединная поверхность оболочки - геометрическое место точек, равноудаленных от нижней и верхней поверхностей

Хорошо подобранная форма поверхности оболочки обеспечивает ее работу главным образом на сжатие, благодаря чему бетон оболочки используется наиболее эффективно, а изгибающие моменты проявляются в ограниченных зонах (вблизи опорного контура), и их влияние на работу конструкции существенно меньше, чем в конструкциях плоских.

(«Замерзшая оболочка»)

КРИВИЗНА СРЕДИННОЙ ПОВЕРХНОСТИ



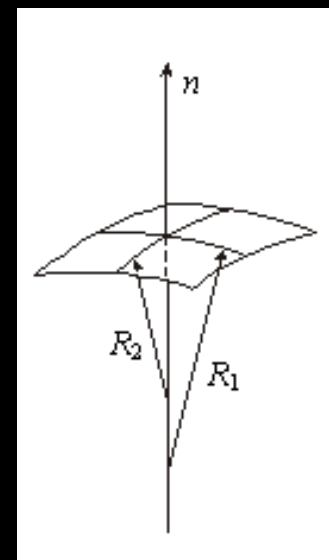
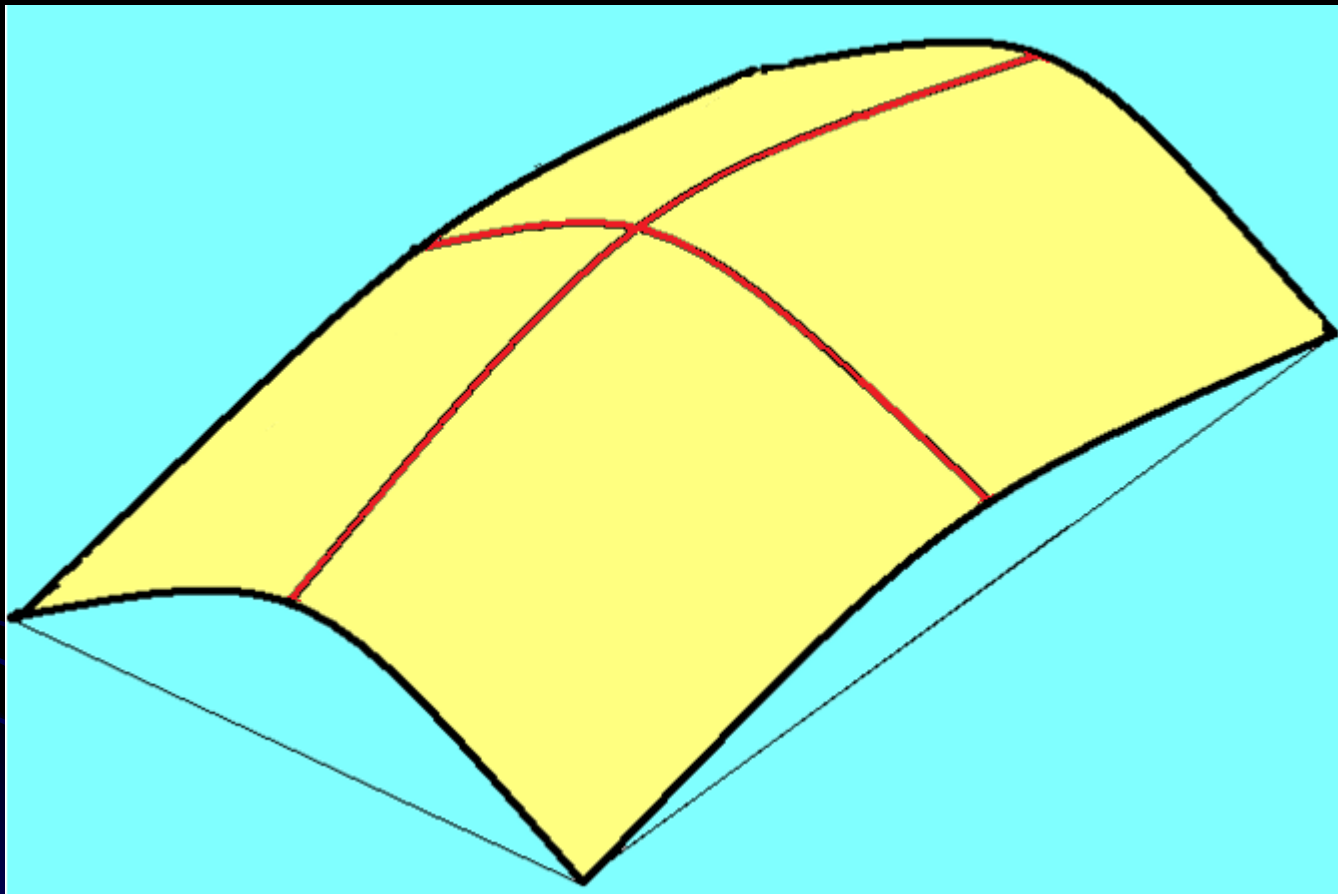
Если рассмотреть множество следов пересечения вертикальных плоскостей с поверхностью, то в любой точке поверхности можно отыскать две взаимно перпендикулярные кривые, имеющие наибольший R_1 и наименьший R_2 радиусы кривизны.

Кривизны $\rho_1 = \frac{1}{R_1}$ и $\rho_2 = \frac{1}{R_2}$ называют главными,

а их произведение $K = \frac{1}{R_1} \times \frac{1}{R_2}$

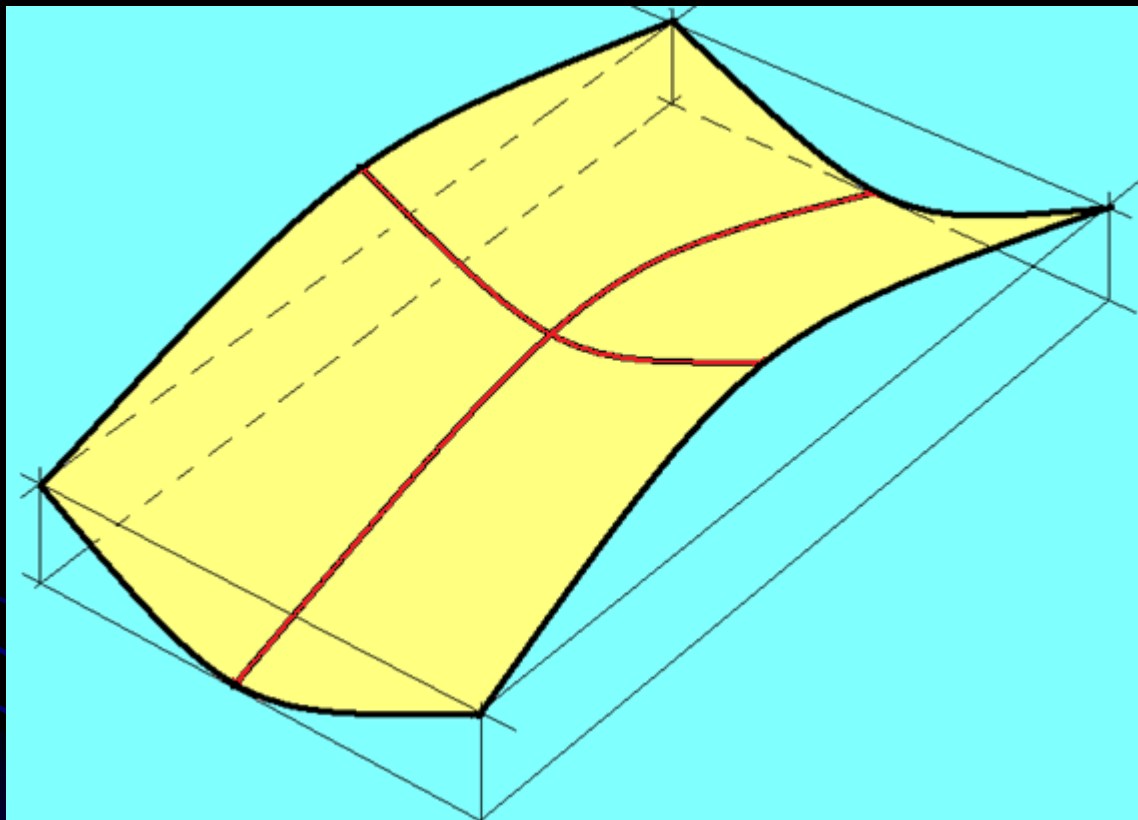
называют гауссовой кривизной.

- Поверхность **положительной** гауссовой кривизны ($K > 0$)



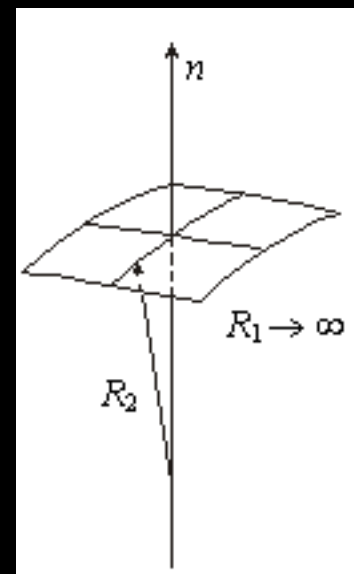
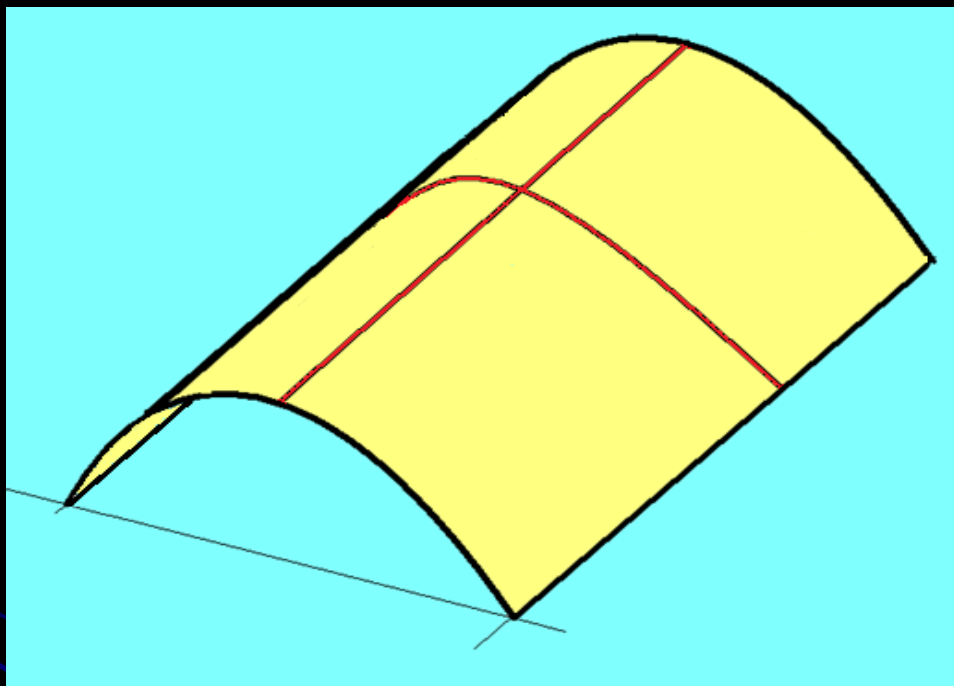
Это двояко выпуклая поверхность. Центры кривизны у нее расположены с одной стороны от поверхности.

- Поверхность **отрицательной** гауссовой кривизны ($K < 0$).

A 2D diagram illustrating the principal curvatures of a surface. A vertical axis is labeled n for the normal vector. Two points on the surface are shown, each with a radius of curvature vector. The upper point has a radius vector labeled R_1 pointing upwards and slightly to the left. The lower point has a radius vector labeled R_2 pointing downwards and to the left. The surface is depicted as a saddle shape.

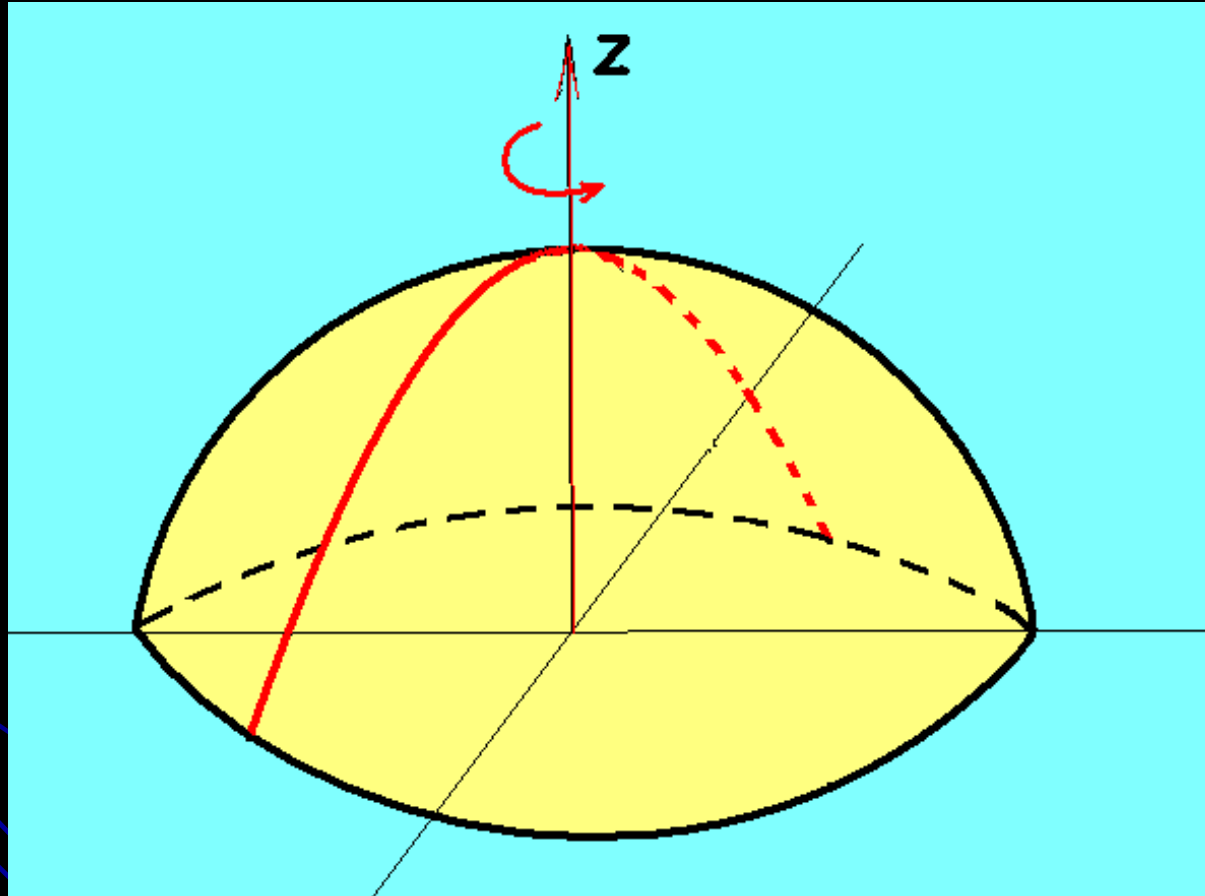
Это вогнуто-выпуклая поверхность. Центры кривизны у нее расположены с разных сторон от поверхности.

- У поверхности **нулевой** гауссовой кривизны ($K = 0$) один из главных радиусов кривизны равен бесконечности.



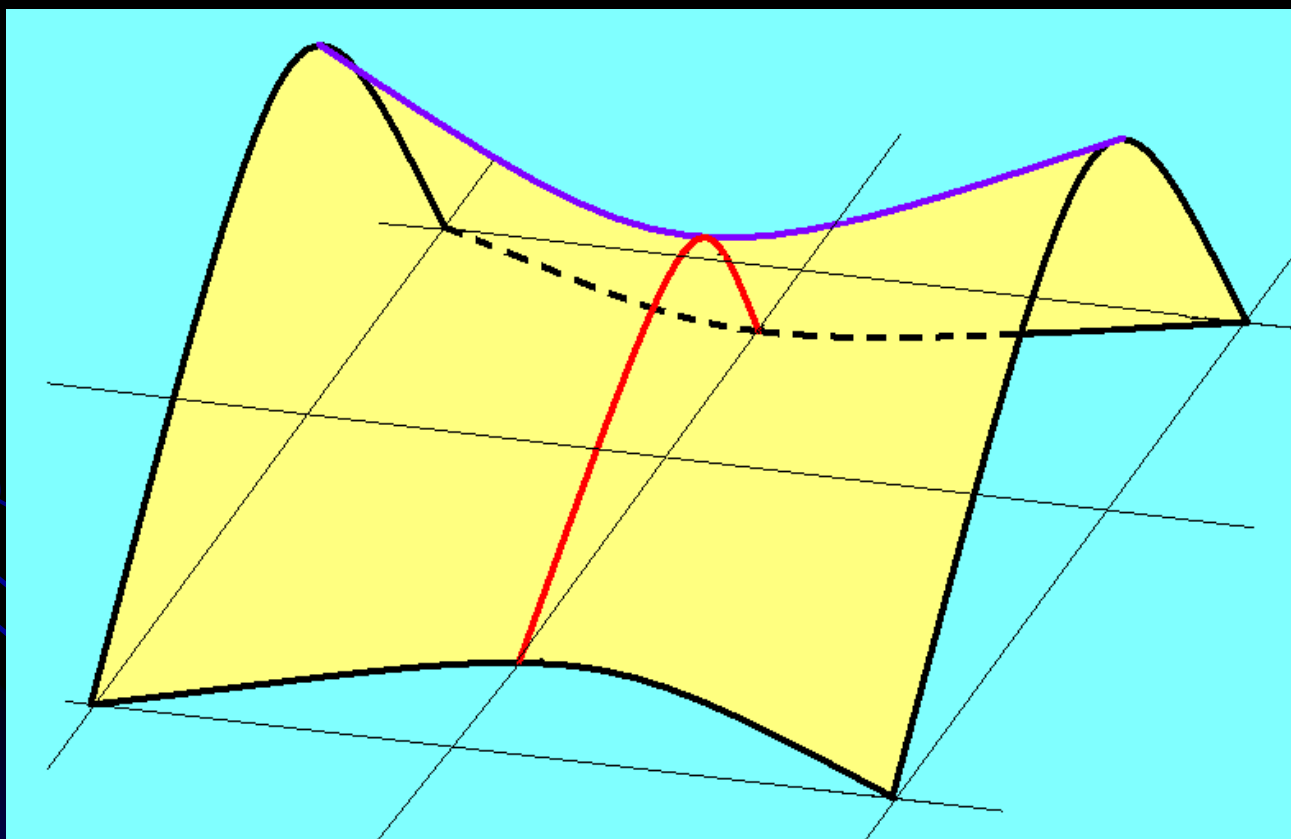
- Оболочка называется **пологой**, если угол между плоскостью ее основания и плоскостью касательной к ее срединной поверхности во всех точках не превышает 18° .
- Если толщина оболочки меньше $R_2 / 200$ оболочку называют **тонкой**.

СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ



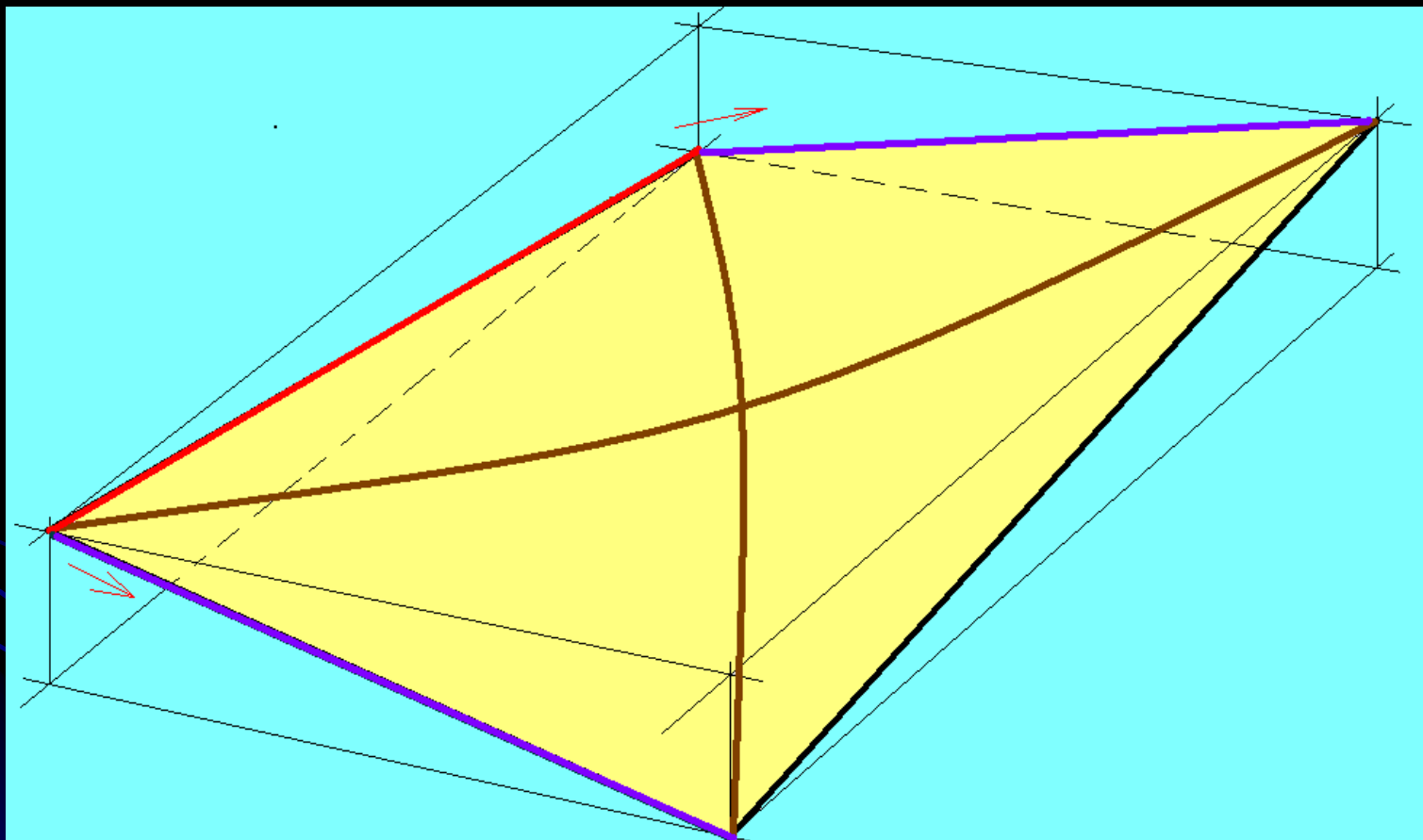
Оболочки вращения – оболочки, срединная поверхность которых образована вращением плоской кривой, прямой или ломанной вокруг неподвижной оси (конус, сфера, параболоид и др)

Оболочки переноса или трансляционные – оболочки, срединная поверхность которых образована поступательным перемещением плоской кривой по некоторой другой плоской кривой



гипар

Линейчатые поверхности (разновидность оболочек переноса)



(эта поверхность так же является гипаром)

Составные оболочки

Это пространственная система, образованная из отдельных элементов более простого очертания



КЛАССИФИКАЦИЯ:

1. *По очертанию срединной поверхности*

- а) складки с различной формой поперечного сечения;
- б) оболочки и своды нулевой гауссовой кривизны;
- в) оболочки, волнистые своды положительной гауссовой кривизны, бочарные своды;
- г) оболочки и волнистые своды отрицательной гауссовой кривизны;
- д) оболочки с различной кривизной на разных участках поля оболочки;
- е) многогранники и шатровые складки;
- ж) составные оболочки, имеющие сложную поверхность, образуемые из оболочек;
- з) вспарушенные плиты и рамно-шатровые панели;

2. По форме перекрываемой площади

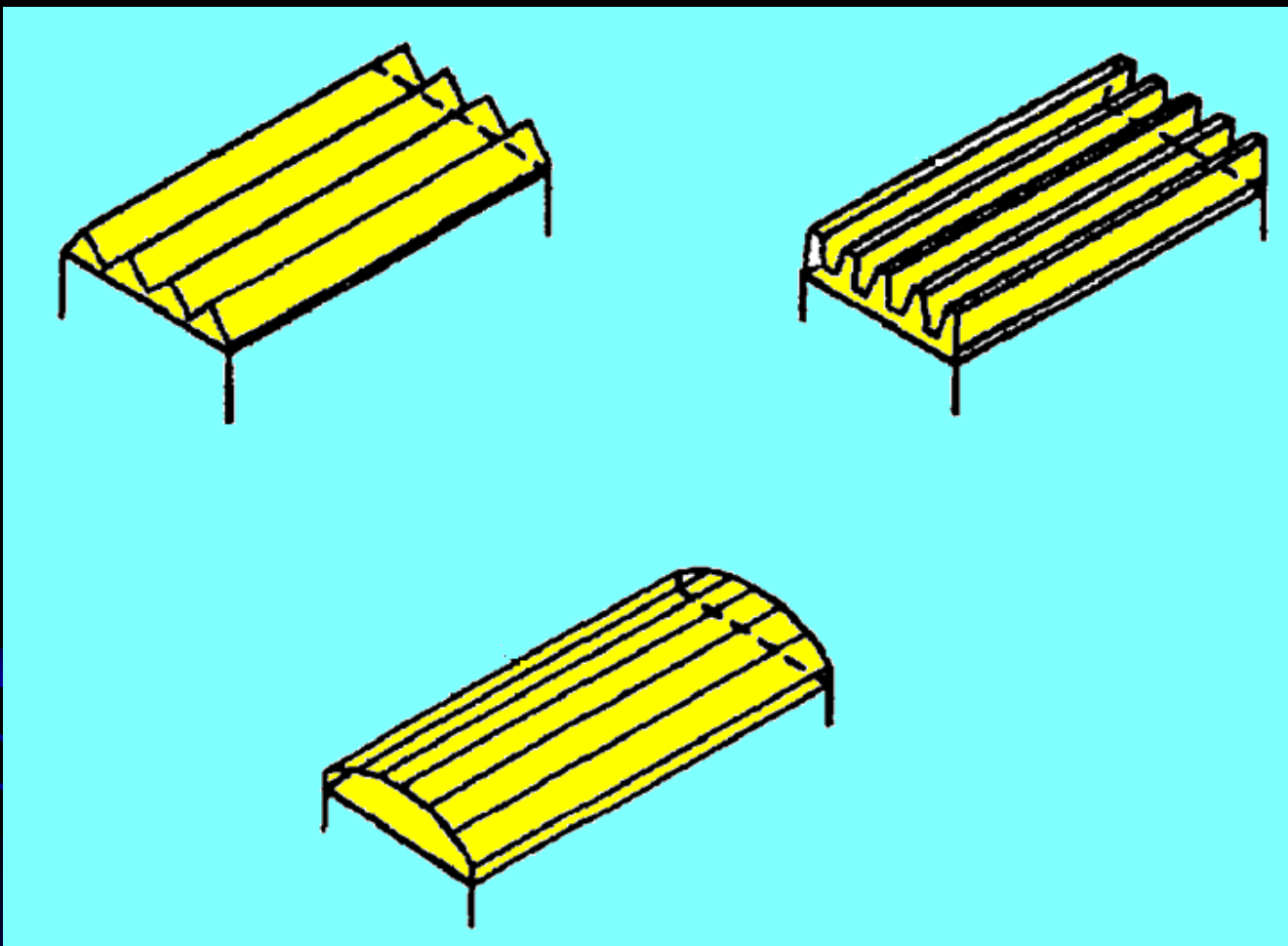
3. По способу изготовления и возведения

- а) монолитные;
- б) сборно-монолитные;
- в) сборные составные (состоят из нескольких элементов);
- г) сборные — полностью готовая к монтажу конструкция.

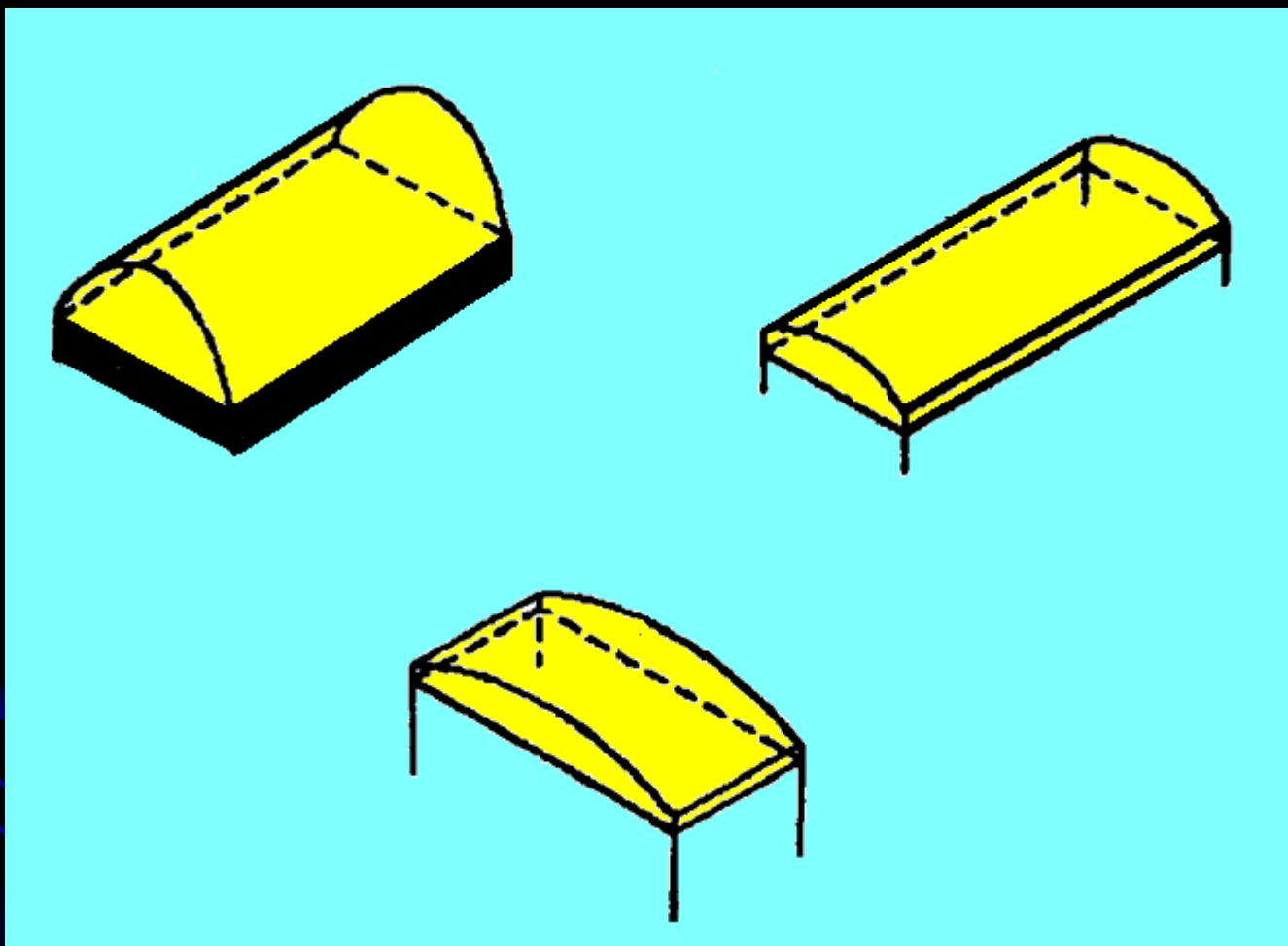
4. По материалам:

- а) железобетонные;
- б) комбинированные, состоящие из железобетонной плиты и металлических диафрагм или бортовых элементов;
- в) армоцементные и сталефибробетонные;
- г) из других материалов.

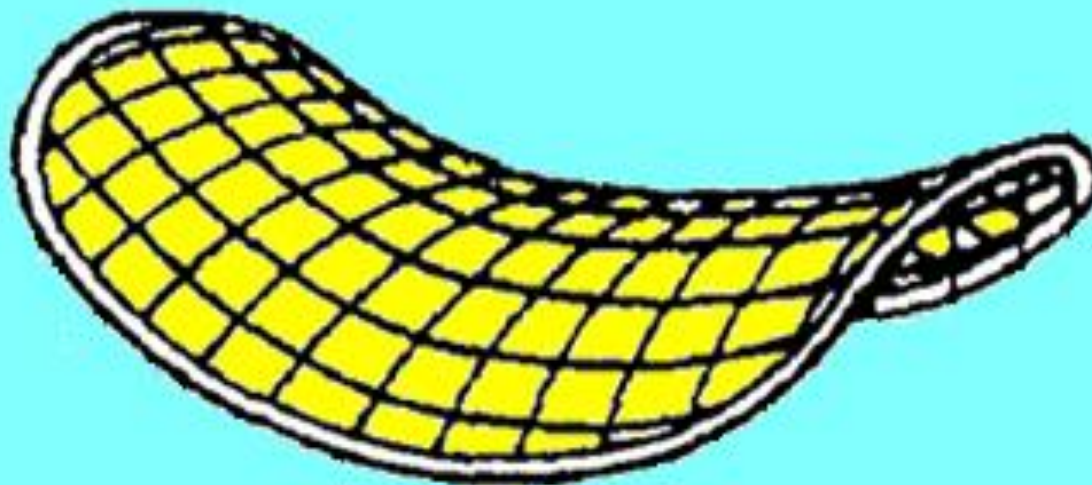
ПРИМЕРЫ тонкостенных пространственных покрытий



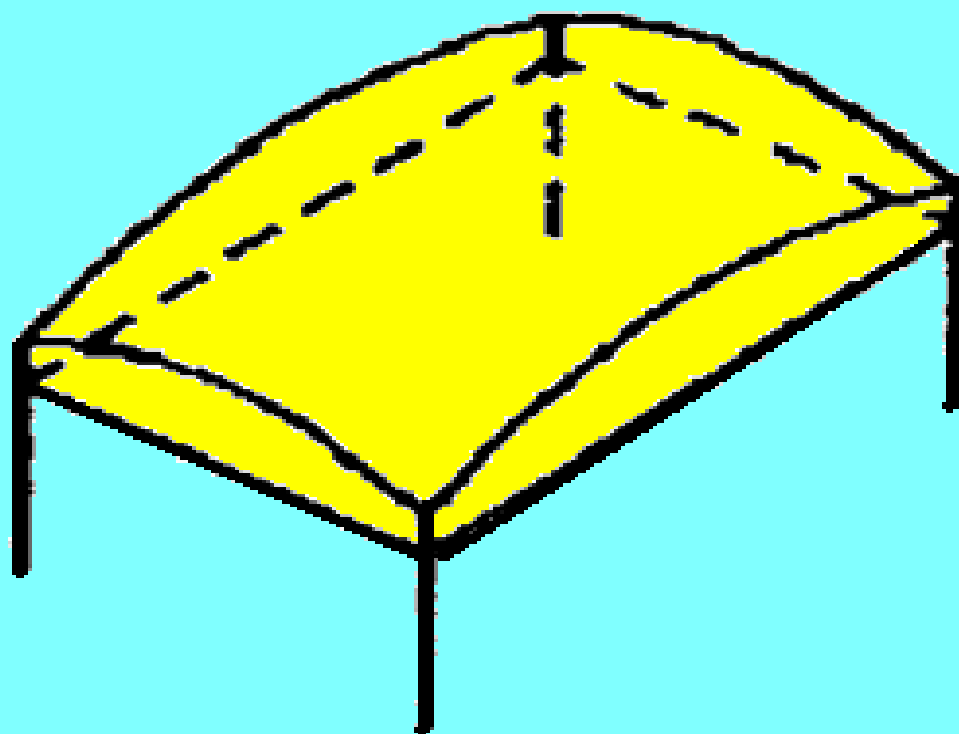
призматические складки



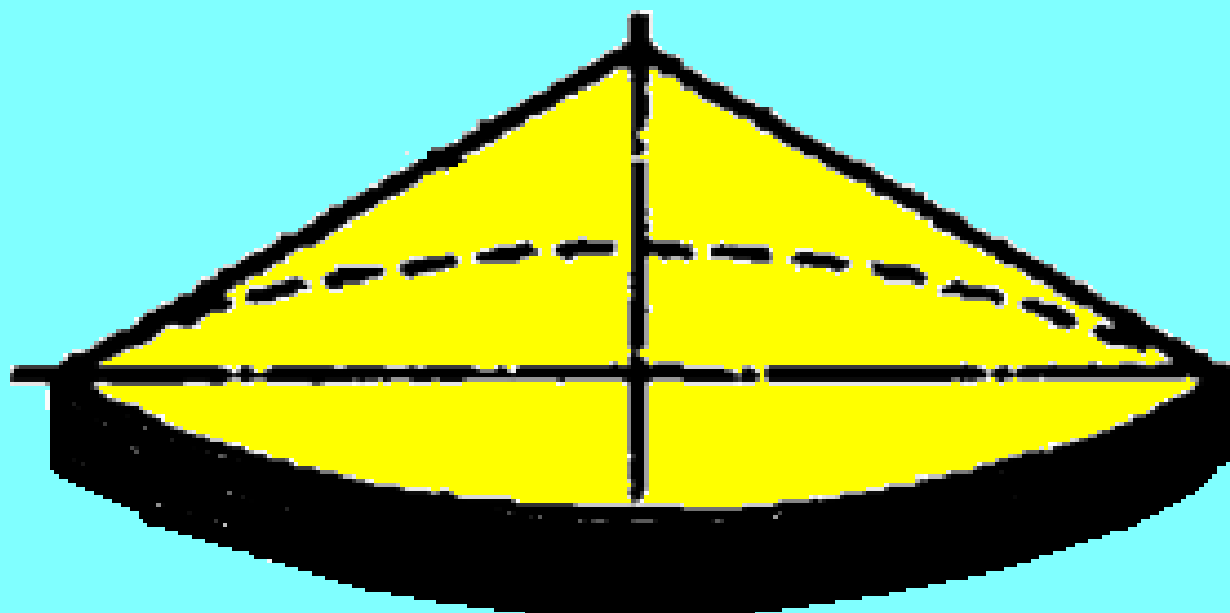
оболочки нулевой гауссовой кривизны



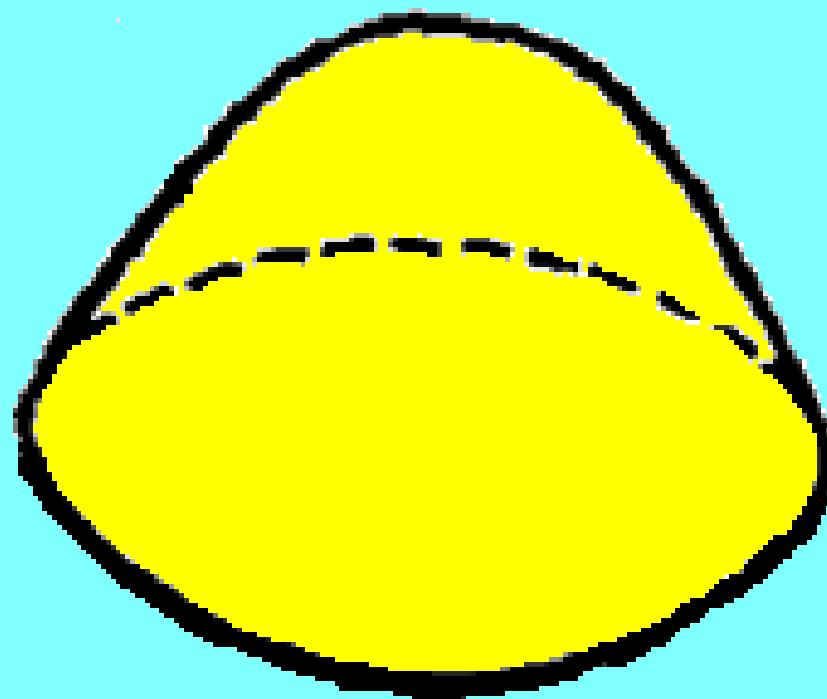
оболочки отрицательной
гауссовой кривизны



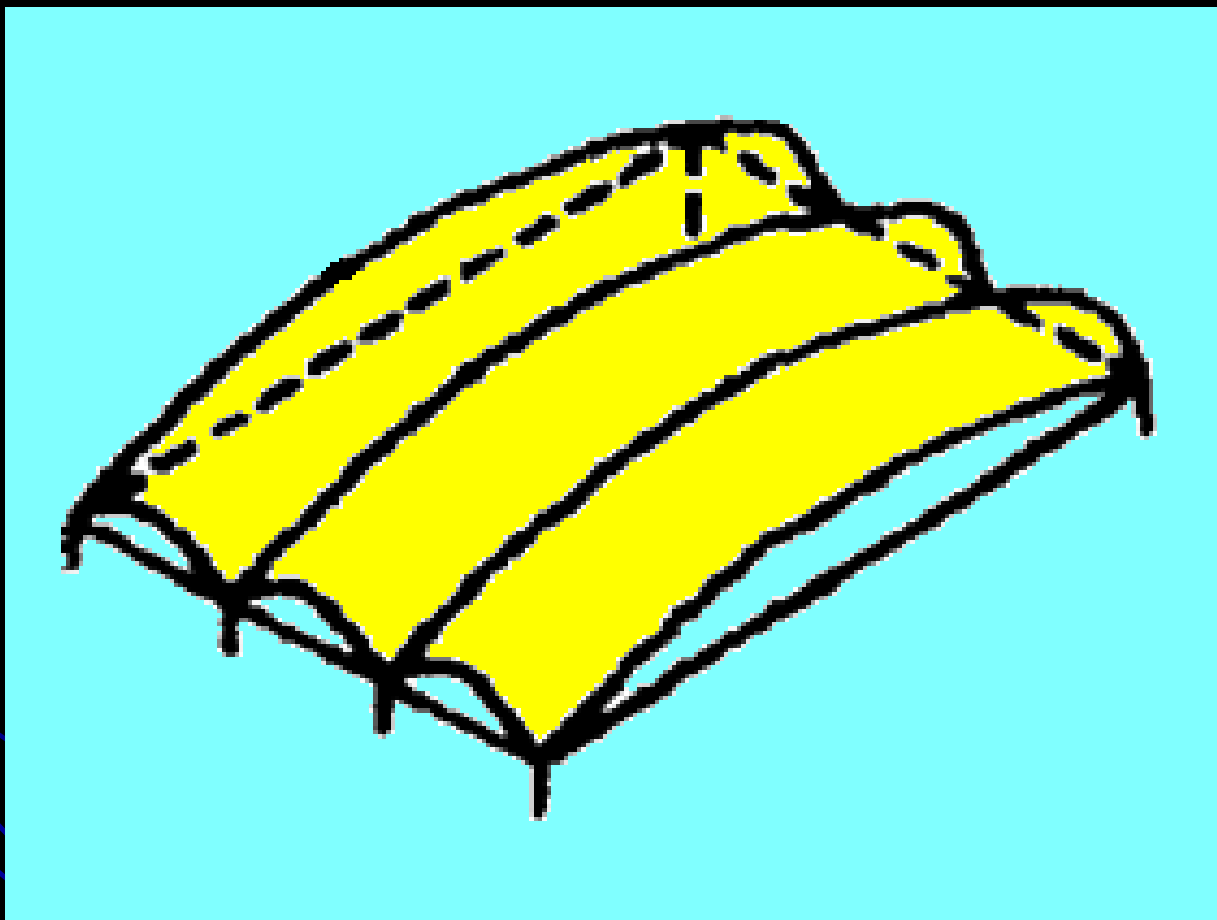
оболочки
положительной
гауссовой кривизны



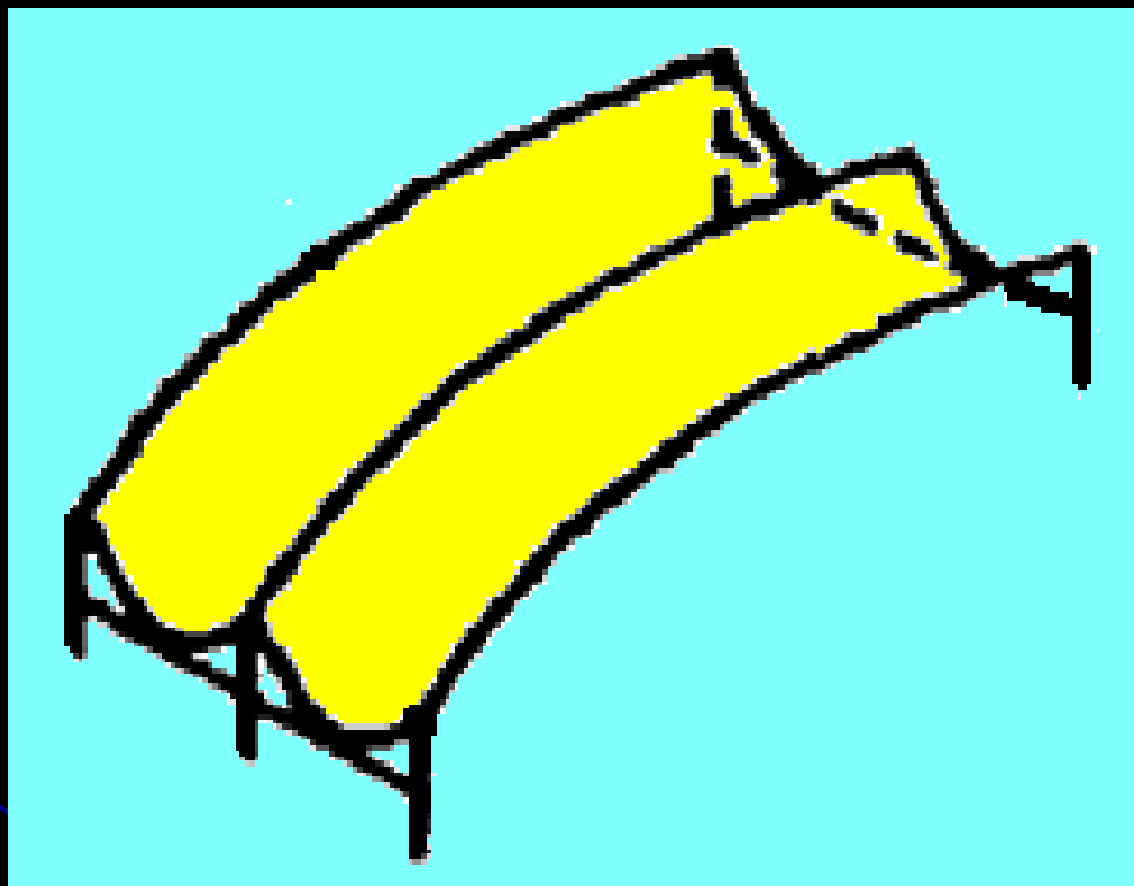
конические оболочки



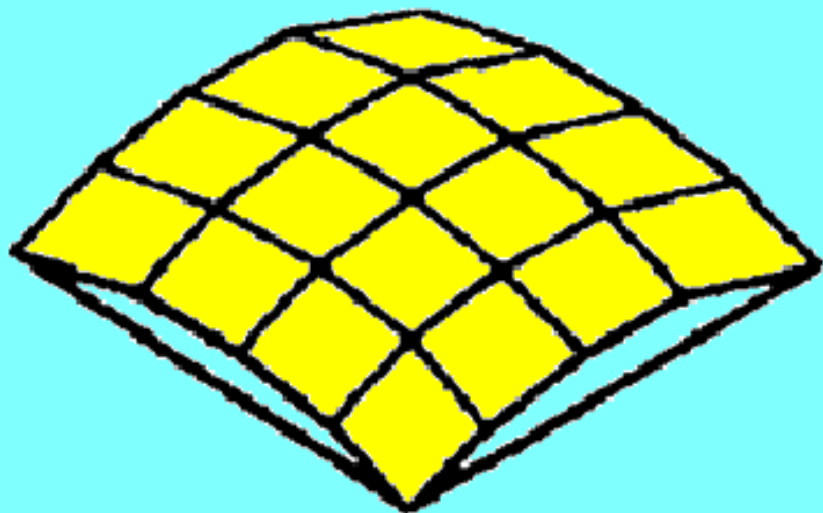
куполо



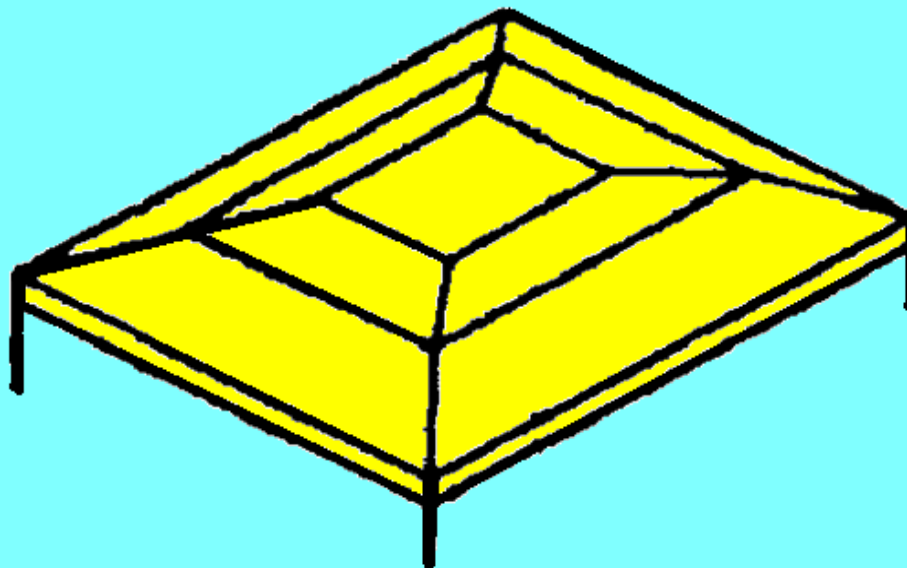
бочарные своды

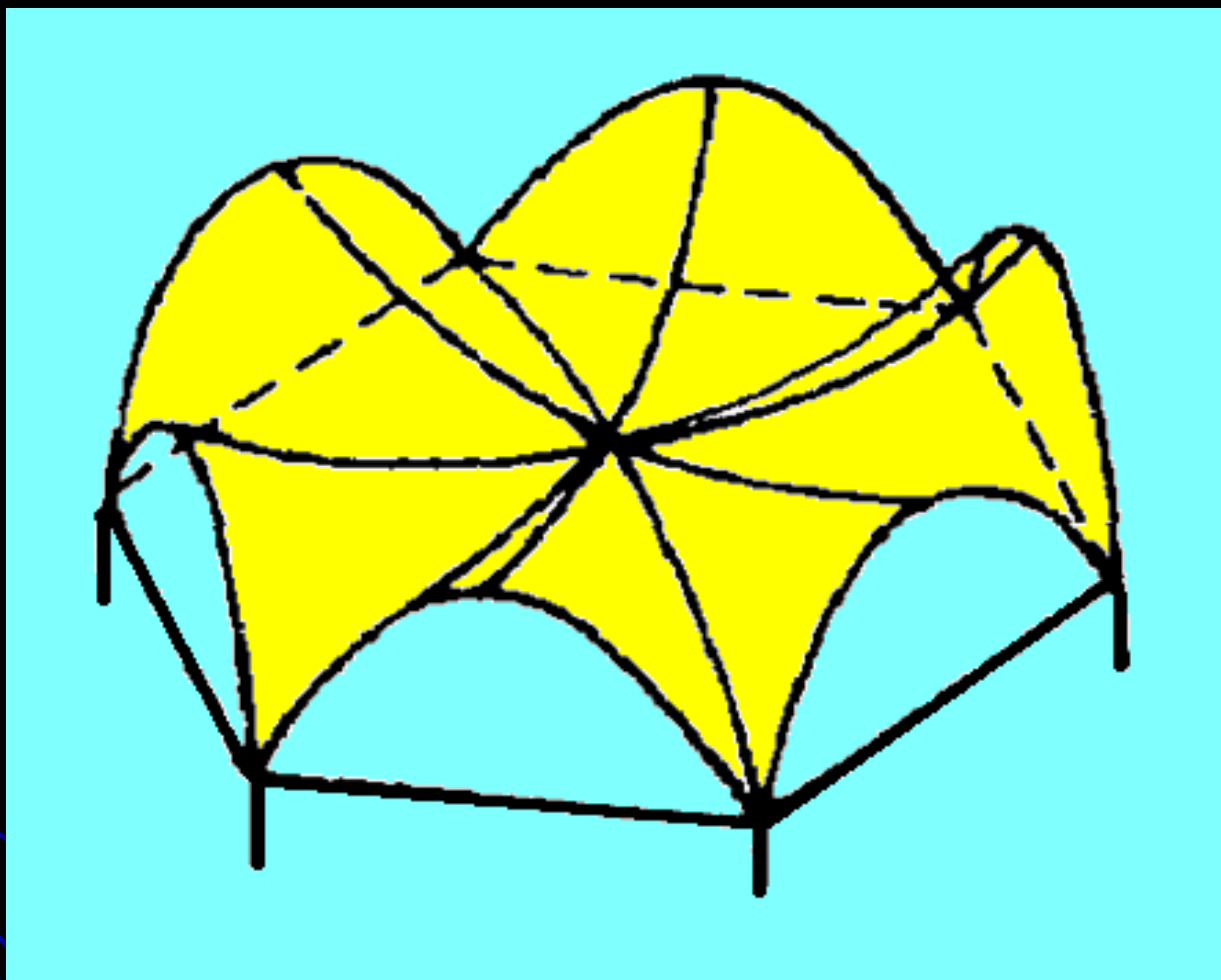


гиперболические
оболочки

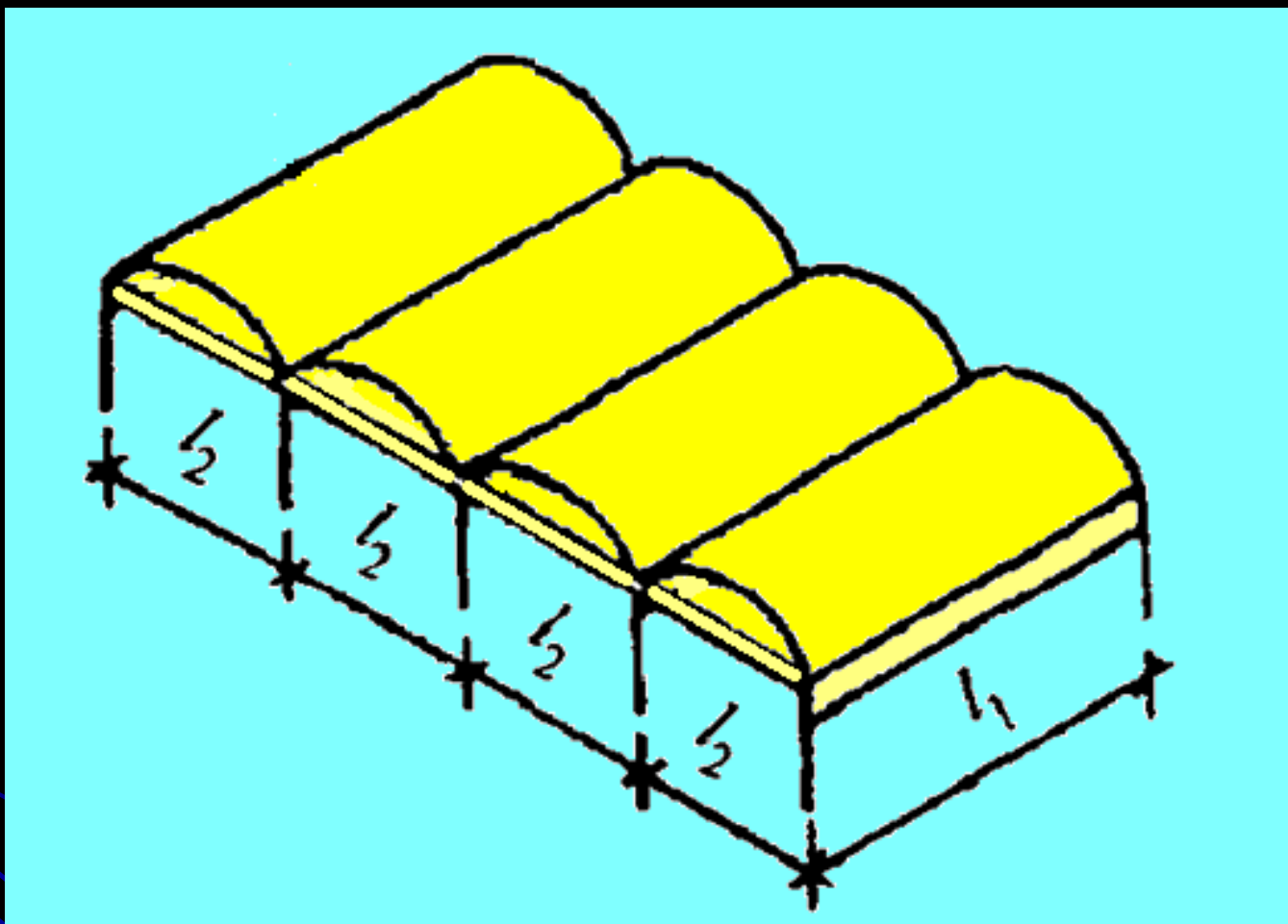


многогранники

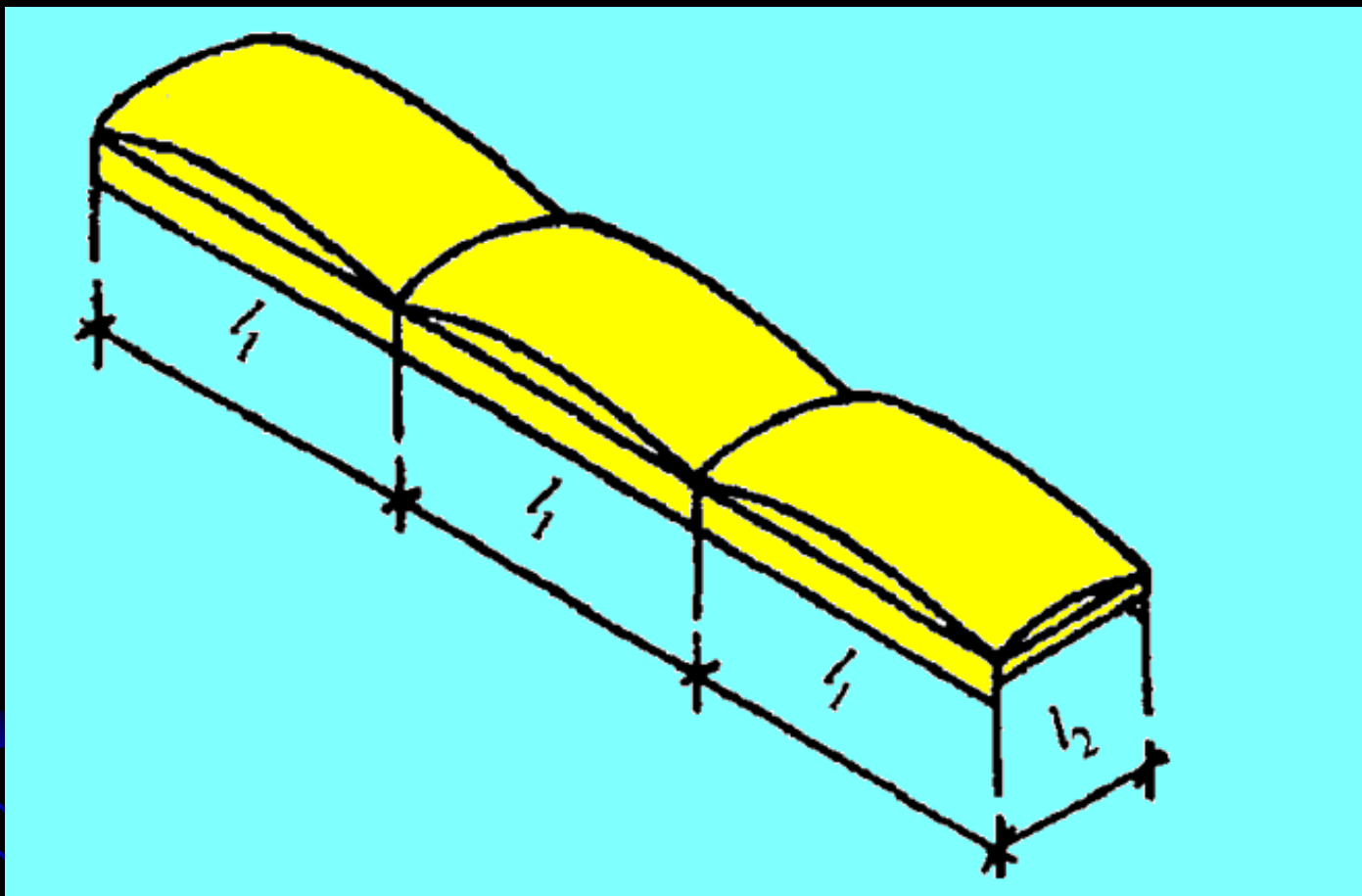




составные оболочки



МНОГОВОЛНОВЫЕ ОБОЛОЧКИ



многопролетные оболочки

Достоинства:

- возможность перекрывать большие пролеты без промежуточных опор;
- экономия материалов на 25...40% по сравнению с плоскими конструкциями;
- снижение собственной массы конструкций;
- архитектурная выразительность;
- совмещение несущих и ограждающих функций.

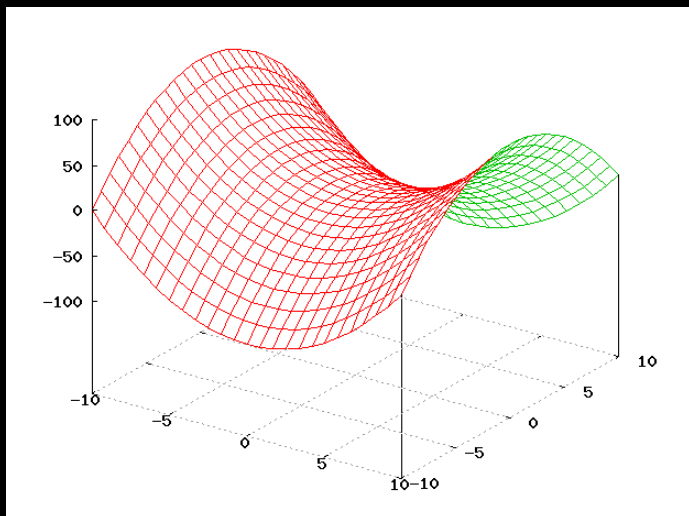
Недостатки:

- трудоемкость возведения, вызванная необходимостью использования специальных монтажных приспособлений – кондукторов или поддерживающих подмостей (кружал);
- сравнительная сложность приспособлений для устройства подвесного транспорта;
- усложнение устройства кровли;
- криволинейные элементы менее технологичны в изготовлении, чем плоские.
- требуется более высокий уровень культуры производства.

Литература

- СП 52-117-2008. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2008.
- Пособие по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий (к СП 52-117-2008) / НИИЖБ им. А.А. Гвоздева – институт ОАО «НИЦ «Строительство». М., 2010.
- Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий. - М.: Стройиздат, 1979.
- Железобетонные конструкции. Специальный курс: Учебное пособие/ Под ред. В.Н. Байкова. – М.: Стройиздат, 1981.
- Байков В.Н., Хампе Э., Рауэ Э. Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций: Учебное пособие. – М.: Стройиздат, 1990.
- Виноградов Г.Г. Расчет строительных пространственных конструкций. - Л.: Стройиздат, 1990.

- Дыховичный Ю.А., Жуковский Э.З. Пространственные составные конструкции: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1989.
- Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник /Под ред. Ю.А. Дыховичного, Э.З. Жуковского. – М.: Высшая школа, 1991.
- Колчунов В.И., Пятикрестовский К.П., Ключева Н.В. Пространственные конструкции покрытий: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2008.
- Лебедева Н.В. Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции: Учебное пособие. – М.: «Архитектура-С», 2006.
- Канчели Н.В. Строительные пространственные конструкции. – М.: Изд-во АСВ, 2004.
- Милейковский И.Е., Купер А.К. Гипары. Расчет и проектирование пологих оболочек покрытий в форме гиперболических параболоидов. – М., 1978.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ