

## МЕТОДИКА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ФЕРМ

*М.А. Казутов*

Научный руководитель – д.т.н., профессор *А.А. Борисевич*  
*Белорусский национальный технический университет*

Разработана методика поиска оптимальной геометрии ферм при статическом действии нагрузки. В качестве переменных проектирования (ПП) приняты площади поперечных сечений стержней и ординаты узлов фермы; в качестве переменных состояния (ПС) – перемещения узлов фермы. Материал конструкции – сталь.

Предложенная методика позволяет минимизировать объем материала, необходимого для изготовления конструкции, при наличии ограничений на напряжения в стержнях, перемещения узлов, минимальные площади поперечных сечений и максимальную высоту конструкции. Демонстрация метода производится на примерах статически-неопределимой консольной и статически-определимой балочной ферм.

В работе реализована итерационная схема решения нелинейной задачи условной оптимизации на основе метода локальных линеаризованных областей (ЛЛО). При вычислении усилий в стержнях и перемещений узлов на каждом шаге процесса оптимизации использован метод перемещений.

Начальные значения площадей поперечных сечений стержней принимаются заведомо больше тех значений, которые соответствуют оптимальному проекту, а начальные значения ординат узлов принимаются заведомо меньше своих оптимальных значений. Совместное варьирование разнородных групп ПП позволяет увязать их скорости изменения на каждом шаге итерационного процесса.

Проверка устойчивости сжатых стержней и вычисление предельных гибкостей производится в соответствии со СНиП II-23-81\*.

Исследования показали, что включение в число варьируемых параметров задачи оптимизации координат узлов стержневой системы способствует поиску лучшего проекта в сравнении с оптимальным проектом той же системы при неизменной геометрии. Однако методика решения при этом существенно усложняется по причине наличия в математической модели задачи разнородных групп ПП и вследствие сложных зависимостей между ПС и ПП. Процесс поиска оптимального проекта конструкции, с одновременным варьированием геометрических параметров стержневой системы и площадей поперечных сечений стержней достаточно хорошо автоматизируется с использованием метода ЛЛО.

### **Литература**

1. Борисевич А.А. Общие уравнения строительной механики и оптимальное проектирование конструкций. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 144 с.
2. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции/ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 96с.

## ОТ ПРИРОДНЫХ НЕСУЩИХ СТРУКТУР ДО ОРИГИНАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Е.А. Карпенко*

Научный руководитель – *С.П. Писарик*  
*Белорусский национальный технический университет*

В данной работе рассматривается связь между конструкциями, существующими в живой природе, с аналогичными зданиями и сооружениями, встречающимися в расчетной практике.

Анализ несущих структур позволяет проследить путь накопления мировой архитектурой богатого опыта, переход от примитивных сооружений к сооружениям невероятно смелым и оригинальным по своим техническим решениям.

В ходе творческого процесса проектирования любой архитектор или инженер сознательно или бессознательно используют имеющиеся в их распоряжении информацию о несущих конструкциях, существующих в живой природе и об аналогичных зданиях и сооружениях, созданных их предшественниками.

Поэтому при проектировании несущих конструкций особую роль играют изучение, практический анализ и оценка и сопоставление природных несущих структур, использованных в зданиях и сооружениях.

Как показал опыт, то, что берется из природы, дает новые результаты в выборе конструктивных форм. Известно, что прочность паутины значительно выше прочности стали на растяжение, т.к. в ее тончайших нитях не может быть тех микроскопических трещин, которые возникают в металле, и «сила» паутины в ее системе. Сочетание тысяч ниточек придают ей особые конструктивные свойства.

Одним из оригинальных сооружений XX века является офисное здание, построенное в Лондоне. Форма здания спроектирована таким образом, чтобы свести к минимуму теплопотери, а так же обеспечить изоляцию всех помещений наилучшим образом.

С северной стороны здание немного наклонено, чтобы «словить» солнечные лучи. А с южной же стороны – каждый следующий этаж нависает над нижним, обеспечивая естественное затемнение а летнее время.

Для охлаждения воздуха в офисных помещениях в жаркий период используется грунтовая вода из специально пробуренных скважин. Вода циркулирует в трубах, находящихся в толках офисов.

Форма диктовала конструкцию. Было решено использовать наклонные колонны. Сетка основных стальных балок, связанных в центре монолитным ядром, несет горизонтальные нагрузки, обеспечивает жесткость наклонным колоннам. Перекрытия – монолитные по стальным балкам, с использованием несъемной опалубки из профилированного настила.

Через все здание по вертикали проходит спиралевидная лестница-пандус. На каждом уровне она опирается на площадку перекрытия, а так же с помощью подвесок передает свою нагрузку на круглые балки-оболочки.

Лестница состоит из замкнутых стальных коробок – 1,5 м в ширину и 0,4 м в глубину, которые несут бетонные ступени.

Навесные стены крепятся к перекрытиям в двух местах с помощью подвижного соединения «cup and ball».

## РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНЫХ ШАРНИРНЫХ БАЛОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

*Д.А. Конотовский*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Е.П. Довнар*  
*Белорусский национальный технический университет*

Отдельные балки с различными опорными закреплениями и различные сочетания этих балок известны очень давно и явились первыми стержневыми конструкциями, используемыми в строительстве. Внедрением в инженерную практику многопролетных шарнирных балок можно считать вторую половину XIX столетия в период интенсивного строительства железнодорожных и автодорожных мостов. В это время начали широко использоваться другие системы (например, фермы), структурное образование которых было аналогом многопролетных шарнирных балок. Аналитический расчет многопролетных шарнирных балок с учетом взаимодействия их элементов был впервые изложен инженером Гавриилом Семиколеновым в 1871 году.

К настоящему времени многопролетные шарнирные балки хорошо изучены, достаточно полно разработаны графические, графоаналитические и аналитические методы их расчета. Следует отметить, что и в настоящее время балочные конструкции и непосредственно многопролетные шарнирные балки широко используются в мостостроении и других областях строительства.