



**VII Международный научно-методический семинар**  
**"ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**  
**И ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ"**

**Б.НТУУ**

от 1987 года

В практической работе строителей одной из важнейших задач является разработка и внедрение новых технологий в строительстве. Это требует от специалистов широкого кругозора и глубоких знаний в различных областях науки и техники.

**Секция IV**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ**

В настоящее время в строительстве широко применяются новые материалы и технологии. Это требует от специалистов широкого кругозора и глубоких знаний в различных областях науки и техники. В частности, актуальными являются проблемы строительной механики, связанные с расчетом и проектированием конструкций из новых материалов.

**УДК 624.04**  
**Борисевич А.А.**

**К ВЫБОРУ НАЧАЛЬНЫХ ТОЧЕК В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ**  
**ПО МЕТОДУ ЛОКАЛЬНЫХ ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ ОБЛАСТЕЙ**

Известно, что идея выбора различных начальных точек с последующим сравнением полученных результатов для установления среди найденных локальных экстремумов глобального была высказана в разное время многими авторами. Следует отметить, что до настоящего времени такой подход является широко распространенным способом определения глобального экстремума многомерных задач, однако при этом, конечно, нет гарантии того, что найден именно глобальный экстремум.

Определение координат глобального экстремума аналитически возможно лишь при очень ограниченной размерности задачи и при соблюдении требований дифференцируемости и выпуклости целевой и ограничительных функций.

В последующем изложении ограничимся лишь "качественными" советами по выбору пробных точек применительно к алгоритму метода локальных линеаризованных областей, имея ввиду традиционный подход к поиску глобального минимума.

Во-первых, выбор начальной точки должен связываться с ограничениями на нижнее значение переменной проектирования (ПП)  $V_{min}$ . При этом, если  $V_{min}$  для всех ПП одинаковы, то и при задании начальной точки следует брать одинаковые компоненты вектора  $B^{(0)}$ . Численный эксперимент показывает, что решение в этом случае получается лучшим, нежели в варианте с иным распределением компонент.

Для поиска глобального минимума необходимо взять небольшое число пробных точек на луче с равными компонентами вектора  $B^{(0)}$ .

Во-вторых, желательно, чтобы начальная точка была достаточно удалена от границы области допустимых решений.

В-третьих, если компоненты вектора  $B_{min}$  имеют разные значения, то желательно опробовать вариант вектора  $B^{(0)}$  с таким соотношением компонент, как и для  $B_{min}$ .

Все эти рекомендации относятся к поиску глобального оптимума и дают, в основном, незначительное улучшение решения.

Численный эксперимент показывает, что полученное для каждой пробной точки решение может быть улучшено, если правильно обработать полученную на последней итерации информацию. Анализируя линейризованные активные ограничения по распределению знаков коэффициентов чувствительности (КЧ) в  $i$ -том ограничении для  $j$ -той переменной  $I_j^{(i)}$ , можно установить незначительные приращения  $\delta B_j$  для тех  $B_j$ , для которых  $I_j^{(i)} > 0$  и, посчитав полученную таким образом точку  $B^{(1)}$  за начальную, продолжить итерационный процесс. Как правило, в этом случае оптимальный план задачи улучшается.

В дальнейшем изложении будет показано решение проблемы о поиске минимума в условиях реального проектирования с помощью формирования упорядоченной последовательности начальных точек, основой выбора которых является последняя рекомендация.

Задача о выборе упорядоченной последовательности начальных точек для второго и последующих оптимизационных циклов не имеет однозначного решения. Для его поиска представляется целесообразным использовать информацию об исследуемой системе по результатам первого цикла оптимизации. По известным значениям ПП и КЧ в начале цикла и на оптимальном плане можно предложить несколько способов определения координат начальной точки для очередного цикла. Интенсивность изменения значения  $j$ -той ПП для  $\varepsilon$ -активного ограничения за один цикл может характеризоваться коэффициентами  $t_j$ , вычисляемыми по выражениям

$$t_j = \frac{B_j^{(0)} - B_j^{(opt)}}{I_j^{(opt)} - I_j^{(0)}}, \quad t_j = \frac{B_j^{(0)} - B_j^{(opt)}}{I_j^{(opt)} + I_j^{(0)}}$$

или другим.

На конечном этапе движения поисковой точки к глобальному (или локальному) минимуму следует ожидать, что коэффициенты  $t_j$  для всех ПП будут равны. Исходя из этого, при определении координат стартовой точки для очередного цикла оптимизации примем для всех ПП критерий равенства  $t_j$ , причем такой, при котором ни одна из компонент не будет превышать соответствующее начальное значение на предыдущем оптимизационном цикле, т. е.  $\max B_{j,p} \leq \max B_{j,p-1}$ . Здесь  $p$  — номер цикла

оптимизации. Последнее замечание есть по существу элиминирующий тест на отсеивание плохих начальных точек. Это условие будет выполняться в случае принятия из всех  $t_j$ , вычисляемых для  $I_j > 0$ , минимального.

Вычисляемые по последнему выражению  $t$  образуют множество

$$T = \left\{ t \mid \frac{I_j^{(0)} + I_j^{(opt)}}{2} : t + B_j^{(opt)} = B_j^{(0)}, \text{ и } I_j > 0 \right\}$$

элементы которого могут послужить основой для конструирования начальных точек последующего цикла оптимизации по выражениям:

$$B_{j,p}^{(0)} = B_{j,p-1}^{(opt)} + \frac{I_j^{(0)} + I_j^{(opt)}}{2} \cdot t, \quad \text{если } I_j > 0;$$

$$B_{j,p}^{(0)} = B_{j,p-1}^{(opt)}, \quad \text{если } I_j < 0.$$

В практических расчетах следует строить полное дерево решений (находить начальные точки для каждого  $t_j$ ); просчитывать результаты по всем ветвям и посредством сравнений определять лучший результат.

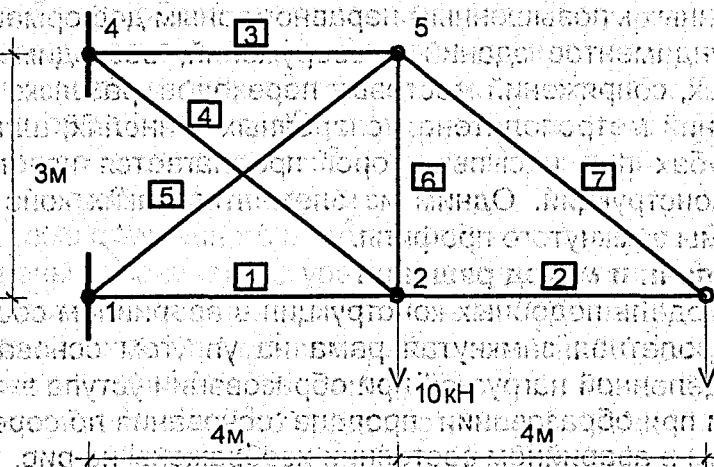
Для фермы, показанной на рис. 1, были приняты следующие исходные данные: зависимость « $\sigma - \varepsilon$ » для материала стержней задавалась по выражению

$$\sigma = \frac{210 \cdot \varepsilon}{\sqrt{1 + 10^6 \cdot \varepsilon}}, \quad \text{МПа};$$

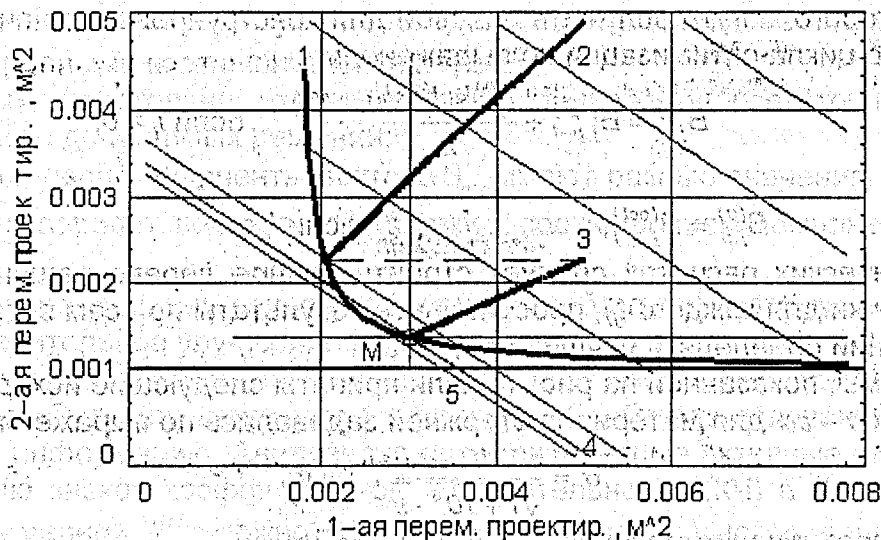
расчетное сопротивление материала –  $R = 200$  МПа.

Схема поиска оптимального решения для случая двух переменных проектирования  $\bar{A}_1$  и  $\bar{A}_2$ , при условии, что  $\bar{A}_1 = A_1 = A_2 = A_3$  и  $A_2 = A_4 = A_5 = A_6 = A_7$ , приведена на рис. 2. Линия 1 ограничивает область допустимых решений при учете ограничений на напряжения в сечениях стержней и на вертикальное перемещение 3-го узла ( $\max z_4 = 0,02$  м). Линия 2 показывает траекторию движения в итерационной процедуре начальной точки (см. в табл. 1 значения  $B_1^{(0)}$ ) к границе ОДР в 1-ом цикле оптимизации, линия 3 показывает траекторию оптимизационного поиска во 2-м цикле (стартовые значения координат начальной точки записаны в строке  $B_2^{(0)}$ ). Точка M на рисунке соответствует найденному оптимальному решению. В табл. 1 ее значения записаны в строке для  $B_2^{(opt)}$ . Линия 4 показывает положение целевой функции, соответствующей точке M.

Глобальный оптимум достигается в точке с координатами  $A_1 = 0,298658 \cdot 10^{-2}$ ;  $A_2 = 0,137162 \cdot 10^{-2}$ , при этом значение объема материала оказывается равным  $V = 6,05281 \cdot 10^{-2}$  м<sup>3</sup>. Линия 5 определяет соответствующее положение целевой функции. Этот результат получается при использовании 3-го цикла вычислений, в котором для начальной точки принимались  $A_1 = 0,31 \cdot 10^{-2}$  и  $A_2 = 0,142 \cdot 10^{-2}$ .



**Рис. 1.** Расчетная схема фермы



**Рис. 2.** Схема поиска оптимального решения

УДК 539.3:624.023.87

Босаков С.В., Голанов Ю.А., Семенюк С.Д.

## РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ РАМЫ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

### Введение

В условиях Беларуси является актуальной проблема проектирования, строительства новых и защиты эксплуатируемых зданий и сооружений на территориях с просадочными грунтами, в том числе на подрабатываемых территориях и в условиях образования карста. При этом необходимо предусматривать меры, обеспечивающие требуемые эксплуатационные качества и долговечность сооружений. Это достигается либо путем создания надежного основания, исключающего появления недопустимых деформаций сооружений, либо применением специальных конструкций сооружений, приспособленных к повышенным неравномерным деформациям.

В качестве фундаментов зданий и сооружений, возводимых на структурно-неустойчивых грунтах, сопряжений мостовых переходов, развязке транспортных потоков автодорог, линий метрополитена, спаренных тоннелях, шлюзах-регуляторах, водопропускных трубах под насыпью дорог предлагается использование рамно-пространственных конструкций. Одним из элементов таких конструкций являются железобетонные рамы замкнутого профиля.

### Постановка задачи и метод решения

За расчетную модель подобных конструкций в аварийном состоянии была принята плоская двухпролетная замкнутая рама на упругом основании, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой при образовании уступа в основании под одним из краев рамы и при образовании провала основания по середине ее пролета. Расчетные схемы рам в аварийном состоянии изображены на рис. 1.

В расчете требуется определить величины реактивных напряжений на контакте нижнего пояса рамы с упругим основанием, распределение изгибающих моментов и поперечных сил в сечениях элементов рамы, осадки и углы поворота.