

УДК 699.88

**ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА РЕКОНСТРУКЦИИ
ШУХОВСКОЙ БАШНИ**

Малостволов О.И., студент ПГС-505м

Научный руководитель – д.т.н., проф. Менайлюк А.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В статье отражены результаты поиска оптимального решения реконструкции «Шуховской башни».

Актуальность темы. «Башня имени Шухова» является международным памятником архитектуры, включена в список Всемирного наследия ЮНЕСКО [1]. Стальных высотных сооружений такого типа достаточно много по всему миру, в том числе и в Украине. На данный момент радиобашня находится в предаварийном состоянии. В современных нормативных документах и официальных рекомендациях отсутствуют указания по выбору технологической схемы реконструкции подобных сооружений. Поэтому, выбор технологической схемы реконструкции «Шуховской башни» является актуальной задачей.

Цель работы. Выбор оптимальной технологической схемы по заданным ограничениям критериев организационно – технологических режимов производства работ, а именно: «длительность» (ограничение – не более 200 дней); «суммарные затраты» (ограничение – не более 145 млн. рублей).

Методика. Задача оптимизации проекта реконструкции башни им. Шухова решена путём проведения численного организационно-технологического исследования с использованием теории планирования эксперимента, теории экспериментально-статистического моделирования, последующего анализа результатов исследования.

Исследование включает в себя следующие этапы:

1. Проведение обследования технического состояния объекта реконструкции, разработка технических решений и базового проекта организации строительства [2].

Дефекты и повреждения, выявленные при обследовании, в соответствии с их типом и причинами возникновения, образуют две основные группы:

А). Некоррозионные дефекты и повреждения. К ним относятся дефекты, вызванные отступлением от проекта при возведении башни (отсутствие, замена или неверная установка отдельных элементов, деталей, заклепок, болтов) и повреждения, образовавшиеся при монтаже, эксплуатации или усилении конструкций (различные механические повреждения, трещины, повреждения сварных швов и др.).

Б). Коррозионные повреждения сечений, образовавшиеся в результате длительной и неправильной эксплуатации (последняя покраска конструкций проводилась в 1964г., а герметизация щелей, вероятно, никогда не выполнялась).

2. Анализ проекта реконструкции, выбор наиболее значимых показателей и влияющих на них факторов.

Проведение оптимизационного расчета предполагает выбор основных показателей инвестиционно-строительного проекта и факторов,

оказывающих влияние на эти показатели. Основными из них являются следующие: продолжительность строительно-монтажных работ, суммарная стоимость инвестиционно-строительного проекта, выработка (в экономическом смысле), интенсивность финансирования инвестиционно-строительного проекта, экономический эффект от изменения сроков строительства. Наиболее значимыми из рассмотренных показателей являются длительность и суммарные затраты. Факторы влияющие на принятые показатели: технологические (вес м/к, которые восстанавливаются с использованием лесов, люлек, промышленного альпинизма, в процентах от общего веса), организационные (степень совмещения работ, коэффициент использования календарного времени).

3. Проведение численного эксперимента путем разработки моделей строительного производства согласно факторному плану экспериментов.

Выполнено построение 15 моделей реконструкции при заданных сочетаниях факторов, влияющих на заданные показатели, с применением программы Microsoft Project. Программа автоматически вычисляет длительность, а также позволяет планировать строительное производство с помощью диаграммы Ганта, построенной по методу PERT (критического пути).

4. Построение экспериментально-статистических моделей зависимостей показателя от факторов с помощью специализированного программного обеспечения, программы COMPEX. Под экспериментально-статистической моделью в настоящей работе подразумевается математическая модель исследуемых зависимостей показателей от факторов. Она получена на основе статистической обработки результатов построения организационно-технологических моделей (календарных графиков производства работ) в соответствии с планом численного эксперимента.

Построение ЭС-моделей требует применения аппарата математической статистики, суть которого заключается в нахождении коэффициентов модели. Искомые коэффициенты позволяют построить формулу, адекватную во всех точках факторного пространства, на основании результатов экспериментов. Для повышения точности расчёта необходимо правильно выбрать план экспериментального исследования, соответствующую плану ковариационную матрицу и задаться адекватными значениями двустороннего риска и погрешности эксперимента.

После нахождения коэффициентов ЭС-модели и построения искомой формулы, представляющей в рамках настоящего исследования полином второй степени, необходимо построить многомерные графики зависимостей показателей от факторов и сделать их анализ. Также

следует определить и исследовать области оптимума (при минимальных и максимальных значениях показателей, а также при средних уровнях факторов) в соответствии с выбранными критериями оптимизации.

5. Графическая интерпретация и количественный анализ полученных результатов численного эксперимента.

Алгоритм графической интерпретации и анализа результатов исследования, использованный в настоящем исследовании следующий.

а. Предварительный анализ наиболее общих закономерностей исследования путём анализа матрицы результатов эксперимента до ЭС-моделирования.

б. Построение базовых многомерных графиков зависимости показателей от всех факторов, их анализ и поиск областей факторного пространства, содержащих точки оптимума.

в. Ранжирование факторов по степени влияния на показатели в зоне максимумов и минимумов, по среднему и синергизму.

г. Сравнение нескольких точек оптимума по выбранным критериям: организационным, технологическим, финансовым и др.

д. Построение много- и одномерных графиков с введением ограничений по значениям показателей и факторов.

е. Построение окончательных организационно-технологических моделей реконструкции с учётом найденных оптимальных решений и требуемой детализации.

Практическое применение результатов исследований

Для практического использования полученных закономерностей были введены ограничения по значению исследованных показателей: длительность – не более 200 дней, суммарные затраты – не более 145 млн. рублей [3 - 5].

Результаты показаны на рис. 1.

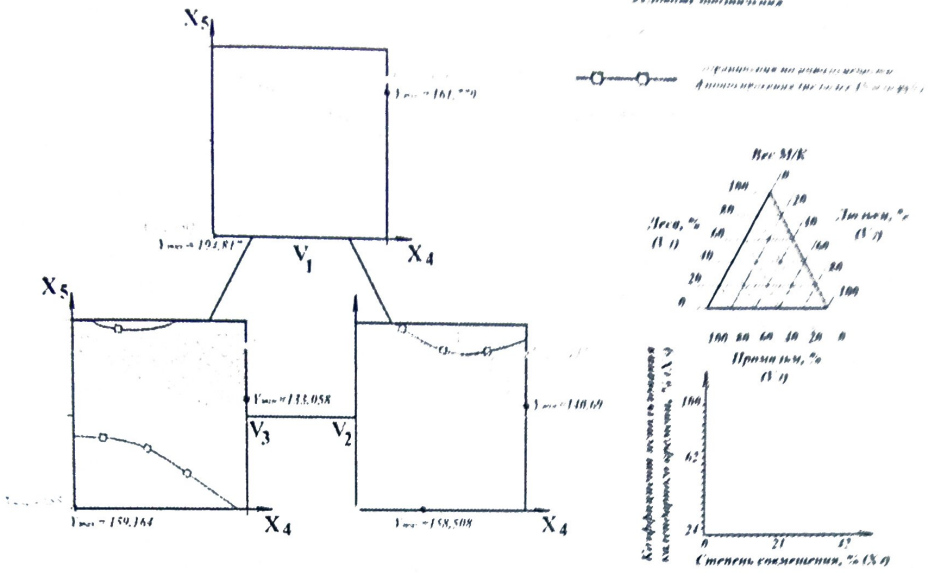


Рис. 1. Совмещенная диаграмма: ограничение по длительности и суммарным затратам

Вывод. В результате решения практической задачи было определено, что оптимальной технологической схемой, при введении заданных ограничений, является технологическая схема с использованием промышленного альпинизма, уровне фактора «степень совмещения» 42% и уровне фактора «коэффициент использования календарного времени» 77% (7дней 2 смены по 9 часов).

1. <http://www.shukhov.ru/>
2. Научно-технический отчет по теме «Провести комплексное обследование конструкций башни Шухова», ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Москва, 2001г.;
3. Презентация «Реконструкция с реставрацией радиобашни В.Г. Шухова», М.Н. Ершов, 2014 г.
4. Отчет по теме «Определение несущей способности металлоконструкций телебашни системы Шухова и составление заключения о возможности ее дальнейшей эксплуатации», ЦНИИПРОМзданий 2011г.;
5. <http://rutower.livejournal.com/>