

УДК 007:573.6.001.13

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГЕНЕЗИСА СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Канд. техн. наук М.А. Полтавец

**ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ГЕНЕЗИСУ БУДІВЕЛЬНИХ СИСТЕМ**

Канд. техн. наук М.О. Полтавець

**FUNCTIONAL APPROACH TO THE STUDY OF ORGANIZATION AND PROCESS OF GENESIS OF BUILDING SYSTEMS**

Cand. of techn. sciences M.A. Poltavets

*В статье рассмотрены элементы методологических основ системотехники проектирования и обоснования организационно-технологических циклов объектов строительства, их взаимосвязь с внешней средой и живыми природными системами. Рассмотрен системотехнический подход оценки показателей технологической эффективности строительных конструкций с учётом особенностей проектных решений архитектурно-бионических систем. Сформулированы новые подходы к изучению организационно-технологического генезиса строительных систем.*

**Ключевые слова:** системотехника, технологичность, свойство, производственный процесс, показатель, функциональная зависимость, система.

*У статті розглянуті елементи методологічних основ системотехніки проектування та обґрунтування організаційно-технологічних циклів об'єктів будівництва їх взаємозв'язок із зовнішнім середовищем та живими природними системами. Розглянутий системотехнічний підхід до оцінки показників технологічної ефективності будівельних конструкцій із урахуванням особливостей проектних рішень архітектурно-біонічних систем. Сформульовано нові підходи, щодо організаційно-технологічного генезису будівельних систем.*

**Ключові слова:** системотехніка, технологічність, властивість, виробничий процес, показник, функціональна залежність, система.

*The elements of methodological bases of system technology designing are under investigation in this article. Besides, substantiation of organizational and technological cycles of building objects are represented, as well as their connection with environment and animated natural system. In the article system technology approach of estimation of indicators of technological optimizing of building constructions is considered taking into account project decisions of the architecturally-bionic systems. New approaches towards studying of organizational and technological genesis of architectural and bionic system are formulated. Analysis has been carried out of complex efficiency estimation of industrial and technological*

*features of bionic constructions as well as their direct influence on the efficiency of project solutions and organizational and technological reliability of building industry. New method of defining complex indicators of technology of bionic systems has been developed.*

**Keywords:** *systems engineering, technologicalness, property, production process, index, functional dependence, system.*

**Введение.** Системотехника как научно-практическая дисциплина изучает созданные человеком сложные технические, организационные, управленческие системы, рассматривает взаимосвязи и преемственность организационно-технологических циклов, а также способствует формированию научной методологии их анализа с учётом общих тенденций развития науки и производства [1].

**Постановка проблемы.** Научно-технический прогресс неуклонно ведёт к созданию новых методов проектирования, организации и управления, к коренному совершенствованию капитального строительства. В этих условиях первостепенное значение приобретают разработка инновационных критериев оценки управленческих решений, формализация оценочных процедур, математическое и программное обеспечение методов оценки решений в строительстве.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Вопросы технологичности строительных конструкций и проектных решений зданий и сооружений активно разрабатывались с середины XX века. Результаты исследований учёных в области архитектурной бионики подтвердили особую эффективность бионического подхода при решении прикладных инженерных задач в актуальных направлениях техники. Для постановки решения различных системотехнических проблем использован ряд концептуально-методологических теорий, на основании которых появляется возможность объединения на единой функционально-системной вероятностной основе ныне разрозненных систем различных процессов строительства. Методологические основы системотехники, совокупность методов и средств формирования эффективных строительных систем и межсистемных связей, комплексно охватывают технологичность проектов, организационно-технологическую надёжность строительства, а также управление строительным производством.

**Цель и задачи исследования.** На основе изучения методологических исследований ведущих учёных [1, 2, 4], раскрывающих вопросы системотехники проектирования и управления организационно-технологическими циклами объектов строительства в условиях ускорения изменений внешней среды выявить адаптационно-генетический подход к изучению организационно-технологических циклов архитектурно-бионических систем в строительстве [6, 7, 8].

**Основной материал исследования.** Рациональность каждой запроектированной системы и её отдельных элементов можно оценить по эффективности функционирования этой системы в целом, то есть разности затрат ресурсов и результатов. Для оценки эффективности разработаны различного рода критерии: технические, экономические, социологические и др. Однако, несмотря на обилие критериев и методов, оценка эффективности систем в процессе их проектирования и функционирования представляет до последнего времени большие методологические и практические трудности. Что часто приводит к необъективности оценок и как следствие неправильной ориентации на создание тех или иных систем [1].

В последнее время чётко наблюдается процесс ускорения развития производства. Концепция ускорения развития определяет введение новых критериев оптимальности в обосновании строительных проектов и решений. В условиях, когда всё быстрее меняются ограничения, приоритеты, технологии, возможности и потребности, нельзя проводить технико-экономические обоснования и анализ проектируемого объекта строительства вне понимания логики причинно-следственных отношений и функциональности его развития [5].

На основании концептуально-методологических теорий [1, 3, 5], имеющих разный уровень научной разработки и практического применения, появляется возможность объединения на единой функционально-

системной вероятностной основе, при помощи теоретических и методологических проблем системотехники строительства, ныне разрозненных систем. Объединение в одну функциональную систему такого рода систем предполагает постановку принципиально новых проблем, решение которых в пределах «старых» систем было невозможно.

Проектирование объекта только по структурным признакам, без понимания произошедших и происходящих изменений во внутренних взаимосвязях и отношениях с внешней средой и без моделирования соответствующих зависимостей, не может адекватно прогнозировать реальную картину течения и изменения постстроительных стадий жизненного цикла объекта. Очень многие здания и сооружения, проектируемые без потенциала развития, морально стареют уже в процессе проектирования, при этом многие продуманно запроектированные конструктивные системы, изнашиваются физически, но не устаревают морально. Устойчивая эксплуатация сооружения представляет собой способность всех функциональных подсистем объекта сохранять динамическое равновесие со средой за счёт их возможной приспособленности к изменениям и адаптации, то есть за счёт комплексной технологичности объёмно-конструктивных и инженерных подсистем здания.

В поисках решений проблем и противоречий жизненного цикла объектов строительства имеет смысл обратиться к биологическим системам, которые при всей своей сложности и динамике функциональных подсистем и инфраструктуры, успешно функционируют. Методы исследования и механизмы решения биологических задач представляют научный и практический интерес для развития системотехники строительства, изучающей организацию взаимодействия технологических систем и решения организационно-технологических задач.

На данном этапе научных исследований появляется взаимосвязь системотехники строительства, а именно её организационно-технологических циклов с архитектурной бионикой. Особое значение архитектурная бионика приобретает при решении задач, поставленных временем в условиях научно-технического прогресса, целью которых становится сохранение окружающей среды.

Постепенное перенесение закономерностей формообразования живой природы в архитектурное проектирование объектов строительства вносит разнообразие проектных решений, а также позволяет использовать в строительном производстве не только принципы формообразования, но и технологии функционирования живой природы [2, 9, 10].

Биотехнические системы – это особый класс больших систем, представляющих собой совокупность биологических и технических элементов, связанных между собой в едином контуре управления [2, 4].

Бионические исследования, проводимые ведущими учёными [2, 3, 4] обозначили, что с целью консолидации усилий возникает необходимость из многообразия решаемых бионикой задач выделить главные, определяющие основные научные направления её развития. Наибольшие осложнения в постановку бионических исследований вносит сам объект изучения – живой организм [9, 10].

Биологическая система представляет собой совокупность взаимосвязанных систем автоматического регулирования, соединение которых обеспечивает организму необходимую устойчивость при воздействиях различных факторов внешней среды. Высокая надёжность и широкая адаптивность организма, достигаемые реализацией принципа дублирования и избыточности, в то же время чрезвычайно осложняют использование существующих в классической теории автоматического регулирования методов для изучения биологических объектов. Чтобы полностью оценить все затруднения, которые возникают на пути исследования, необходимо добавить к уже сказанному – биологическая система регулирования является нелинейно детерминированной, в то время как существующая теория автоматического регулирования представляет собой в основном теорию детерминированных систем [2, 9, 10].

При выборе метода моделирования и решении других задач архитектурной бионики представляется целесообразным рассмотрение архитектурно-строительных задач и с позиции теории биотехнических систем. Действительно, так или иначе, любое сооружение и человек, могут рассматриваться как единая биотехническая система, в которой взаимодействуют живые и неживые элементы, объединённые общей целевой функцией.

Реализованная архитектурная форма состоит из трёх элементов: функционирующего пространства, конструкций и строительных материалов.

Функционирование – это цель существования системы. Все материальные средства живой природы направлены на достижение одной цели – функционирования. В результате возникают специфические свойства формы [2]. Однако они не являются простым механическим результатом функционирования. Существуют определённые и относительно независимые законы формообразования, связанные не только с внутренними, но и с внешними энергетическими законами биосферы и космоса, корректирующими функционирование, предусмотренное генетическим кодом организма.

Все функциональные системы не зависят от уровня её организации и от количества составляющих их компонентов имеют принципиально одну и ту же функциональную архитектуру, в которой результат является доминирующим фактором, стабилизирующим организацию системы.

Исследования происхождения и развития природно-техногенных процессов и устойчивости объекта строительства как элемента природно-техногенной системы, лежат в русле концепции техногенеза. Исследованы физиологическое происхождение теории функциональных систем, что расширило её методологическую сущность и обеспечило применимость в различных областях науки и техники [3, 4].

Системогенез – это избирательное созревание различных функциональных систем и их отдельных компонентов, процесс становления, совершенствования и старения системоквантов в течение индивидуальной жизни организма от рождения до смерти или жизненного цикла технологического объекта [3].

Генезис как метод изучения явлений зародился одновременно с осознанием причинной связи вещей. Ни одно явление не может быть понято без анализа причинно-следственных механизмов, причинно-следственных адаптаций и взаимодействия различным образом материальных объектов и систем [5].

Причинно-следственные отношения выражаются наличием конкретной реакции на воздействие определённого рода, то есть

определённым и конкретным эффектом взаимодействия. Реакция любой техногенной системы, в том числе и объекта строительства, проявляется в изменении конструктивных, функциональных или технических параметров системы. Приспособленность объекта к изменениям и генетический метод её анализа, оценки и проектирования повышает адаптационный ресурс здания, подобно биологическим системам. Бионические исследования связаны с изучением предмета, присущего как живым организмам, так и техническим системам. Приспособительные функции, характерные для живых систем, в какой-то степени могут быть воспроизведены при создании оптимальных вариантов строительных и технических решений. При этом общепринятый критерий комплексной технологичности проектных решений выступает как накопитель «генетического кода» строительных проектных решений.

Конструирование сложных саморегулирующих систем по аналогии с биосистемами позволяет создавать проекты, отвечающие требованиям «экологического конструирования» среды, а также новой образной выразительности архитектурно-планировочного решения строительного объекта.

По внутренней архитектонике функциональные системы гетерогенны, состоят из неоднородных элементов, каждый из которых несёт в себе свою функциональную и специфическую нагрузку в достижении результата. С этих позиций, очевидно, правомерно включать в состав функциональной системы такие неоднородные системы: инженерные изыскания, технико-экономические обоснования проектов, проектирование, объёмно-конструктивные решения строительных объектов, методы их возведения и управление возведением, эксплуатация объектов и др. Эти подсистемы, в свою очередь, расчлняются на ряд неоднородных элементов, которые рассматриваются в единой функциональной системе [3].

В живой природе повсеместно наблюдается повторяемость однотипных элементов, которая связана с экономией времени, энергетических ресурсов, адаптации к окружающей среде. Все повторяемые элементы образуют функционально-физиологическую и конструктивную структуру организма. Они выступают в качестве достаточно простых и

правильных геометрических фигур, которые, соединяясь генетическими связями, образуют очень сложные, не поддающиеся математической оценке системы.

Внутри каждой системы присутствует причинно-следственный поток событий функционированного развития, который формируется с помощью логических категорий (рис. 1).



Рис. 1. Логические категории причинно-следственного развития

Категория потребности возникает в результате накопления достаточного жизненного и научного опыта, а также в результате созревания тех или иных изменений во внешней среде.

Категория цели вырабатывается в осознании некоторой модели будущего результата, на достижение которого направлены действия. Для субъекта действия (инвестора, проектировщика) критерием цели выступает соответствие параметров возводимого объекта параметрам модели будущего результата в любой фиксированный момент времени. Цель предопределяет состояние общей системы, её целесообразность.

Категория преобразования – это главная функция развития. В процессе решения задач преобразования мы сталкиваемся с необходимостью достаточно определённого представления о преобразуемом объекте, его детального исследования. В аспекте техногенной деятельности феномен

преобразования является важнейшим общим свойством. Претерпевая воздействия бионических исследований (представителей природных факторов) и оптимизационных критериев (представителей техногенных факторов) оценки комплексной технологичности проектных решений, преобразование обеспечивает возможность приспособления объекта к внешним условиям и ограничениям.

Категория результата в причинно-следственном потоке событий составляет меру достижения конкретной цели и меру удовлетворения исходной потребности. В качестве результата выступает завершённый объект строительства, комплекс организационно-технологических работ.

Категория «эволюционных» изменений характеризует противоречия из-за «разрыва» между желаемыми и действительными возможностями субъекта в их реализации. Новые научные знания, накапливаясь во времени, увеличивают противоречия и

«разрыв» в способностях объекта удовлетворять новым потребностям, возрастающим с ростом «эволюционных» изменений производства.

Практика и накопление знаний постоянно переходит на новые уровни развития, тем самым, побуждая изменения представлений о необходимом и достаточном, определяя диалектику новых потребностей, целей и преобразований.

**Выводы по исследованию и перспективны, дальнейшее развитие в данном направлении.** Произведенные исследования, анализ и оценка научных разработок позволяют сформулировать новые подходы к формированию организационно-технологического генезиса архитектурно-бионических строительных систем, которые на первое место выносят закономерности причинно-

следственных связей потребностей, целей, преобразований и результатов проектирования и управления строительством, интегрируют текущие и стратегические цели развития проекта. С позиции генезиса строительная система представлена в виде совокупности причинно-следственных связей функциональных подсистем объекта, целью объединения которых есть достижение результата получения эффектов, удовлетворяющих исходную потребность в рамках организационно-технологической надёжности. Применение универсальных принципов генезиса к организационно-технологическим проблемам строительства позволяет решать на новом уровне задачи, не решаемые методами традиционного эмпирического анализа.

### *Список использованных источников*

1. Системотехника строительства [Текст] / под ред. А.А. Гусакова. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 768 с.
2. Архитектурная бионика [Текст] / Ю.С. Лебедев, В.И. Рабинович, Е.Д. Положай [и др.]; под ред. Ю.С. Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990. – 269 с.
3. Информационные модели функциональных систем [Текст] / под общ. ред. К.В. Судакова и А.А. Гусакова. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2004. – 304 с.
4. Анохин, П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы [Текст] / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978. – 336 с.
5. Гусакова, Е.А. Организационно-технологический генезис и инновационная восприимчивость строительных систем [Текст] / Е.А. Гусакова // МИА-МИСИ. Науч.-техн. сб. «Методы и модели автоматизации проектирования в строительстве». – М., 2001. – С. 27-29.
6. Прялин, М.А. Оценка технологичности конструкций [Текст] / М.А. Прялин, В.М. Кульчев. – К.: Техніка, 1985. – 120 с.
7. Технологичность конструкций изделий [Текст]: справочник / Ю.Д. Адмиров, Т.К. Алфёрова, П.Н. Волков; под ред. Ю.Д. Адмирова. – [2-е издание перераб. и доп.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.
8. Фоков, Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий [Текст] / Ростислав Иванович Фоков. – К.: Будівельник, 1969. – 192 с.
9. Темнов, В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике [Текст] / Владимир Григорьевич Темнов. – Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 256 с.
10. Гучек, Н.В. Новый этап в освоении методов архитектурно-строительной бионики [Текст] / Н.В. Гучек // НИРС-2004: IX Республиканская научная конференция студентов и аспирантов Республики Беларусь, 24-26 мая 2004 г.: тезисы докладов. – Гродно: ГрГУ, 2004. – Ч.3. – С. 157-159.

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.А. Банаш

---

Полтавець Марина Олександрівна, канд. техн. наук, доцент кафедри промислового і цивільного будівництва, Запорізька державна інженерна академія. Тел. +38-061-227-12-38. E-mail: kapmar48@mail.ru.

Poltavets Marina Aleksandrovna, cand. of techn. sciences, docent of industrial and civil building department, Zaporizhzhian state engineering academy. Ph. +38-061-227-12-38. E-mail: kapmar48@mail.ru.

---