

УДК 69.059.7:001.8

к.т.н., профессор Осипов А.Ф.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

АДАПТИВНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИ ТРАНСФОРМИРУЮЩИЕСЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УРОВНИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Изложены основные условия целесообразного применения, методика и структурно-функциональные уровни проектирования адаптивных динамически трансформирующихся технологических систем реконструкции объектов промышленного и гражданского назначения.

Ключевые слова: динамические трансформации, методика, технологические системы реконструкции зданий, уровни проектирования.

Условия применения. Адаптивные динамически трансформирующиеся технологические системы создаются для выполнения строительных процессов в условиях реконструкции зданий, характеризуемые изменчивостью и разнообразием организационно-технологических параметров и характеристик, а также пространственно-временной дискретностью фронта работ [1 – 3].

В качестве интегрального показателя разнообразия (как интегрального показателя технологичности) строительно-технологических характеристик объекта и фронта работ по их структуре и величине мы можем вполне обоснованно использовать коэффициент неоднородности ε , вычисляемый как отношение величины параметра, соответствующей 75 % уровню вероятности f_{75} к величине параметра, соответствующей 25 % уровню вероятности f_{25} :

$$\varepsilon = f_{75} / f_{25}. \quad (1)$$

Определение величин f_{75} и f_{25} производится, на основе соответствующих методик математической статистики, вычислением относительных и накопленных частот анализируемых строительно-технологических параметров.

Отношение f_{75}/f_{25} оценивает параметр масштаба распределения σ (стандартного отклонения) и представляет собой отношение между верхним и нижним вероятными отклонениями анализируемого параметра от центра распределения f_0 [4]:

$$\begin{cases} f_{25} = f_0 - 0,674\sigma, \\ f_{75} = f_0 + 0,674\sigma. \end{cases} \quad (2)$$

Фронт работ и строительно-технологические характеристики объектов реконструкции считаются:

- равномерным, если величина коэффициента неоднородности ε не превышает 1,8;
- динамичным – коэффициент неоднородности ε находится в пределах от 1,8 до 5;
- очень динамичный – ε свыше 5 (рис. 1).

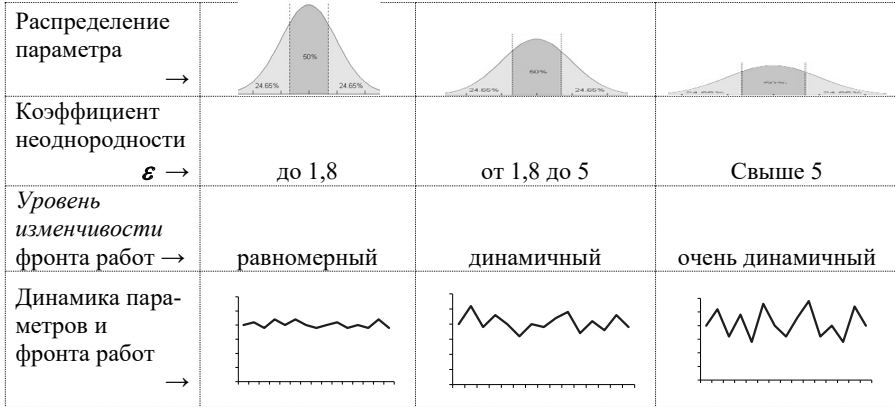


Рис. 1. Графическая интерпретация распределения строительно-технологических характеристик объекта реконструкции и фронта работ по степени разнообразия

Для оценки пространственно-временной дискретности фронта работ можно использовать соответствующий коэффициент; причем пространственная дискретность фронта работ (рассредоточенность) сводится к временной дискретности – как уровень непроизводительных потерь времени на перебазирование технологической системы с элемента на элемент фронта работ.

Тогда, уровень дискретности фронта работ будем определять зависимостью:

$$k_D^i = \frac{\sum t_f^i}{\sum t_f^i + \sum t_{ож}^i}, \quad (3)$$

где k_D^i – коэффициент дискретности фронта работ во времени для i -го простого или комплексного процесса;

$\sum t_f^i$ – суммарное время функционирования i -го простого или комплексного процесса, дни;

$\sum t_{ож}^i$ – суммарное время ожидания открытия фронта работ для i -го простого или комплексного процесса, дни.

Интерпретация составляющих выражения (3) приведена на рис. 2, иллюстрирующая дискретность фронта работ – на примере сменных объемов земляных работ.

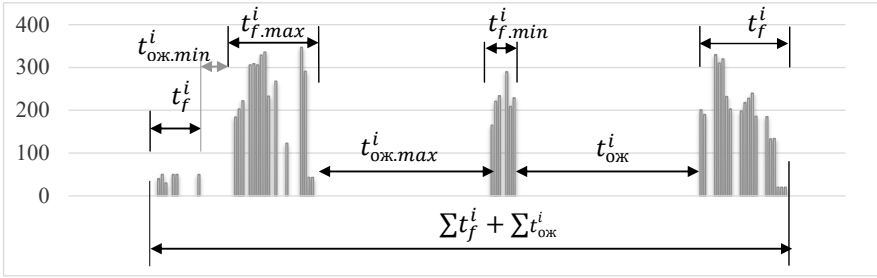


Рис. 2. График сменных объемов экскавации грунта, м³

Условие дискретности фронта работ	$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma t_{ож}^i \ll \Sigma t_f^i, \\ t_{ож.мах}^i \leq 1, \\ k_D^i > 0,8; \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma t_{ож}^i \approx \Sigma t_f^i, \\ t_{ож.мах}^i \leq t_{f.мин}^i, \\ k_D^i \in \{0,5, 0,8\}; \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma t_{ож}^i \gg \Sigma t_f^i, \\ t_{ож.мин}^i > t_{f.мах}^i, \\ k_D^i < 0,5; \end{array} \right.$
Уровень дискретности фронта работ	→ непрерывный	→ дискретный	→ пиковый
Динамика фронта работ	→	→	→

Рис. 3. Графическая интерпретация распределения фронта работ по уровню временной дискретности

Строительно-технологический анализ параметров фронта работ при реконструкции зданий и их комплексов [5, 6] позволяет выделить следующие его разновидности в зависимости от уровня (степени) пространственно-временной дискретности (см. рис. 3):

- 1) *непрерывный* фронт работ; суммарное время ожидания открытия фронта работ намного меньше суммарного времени функционирования процесса – $\Sigma t_{ож}^i \ll \Sigma t_f^i$, максимальное время ожидания не превышает одного рабочего дня – $t_{ож.мах}^i \leq 1$, а коэффициент дискретности не меньше $k_D^i > 0,8$:

$$\begin{cases} \sum t_{ож}^i \ll \sum t_f^i, \\ t_{ож. max}^i \leq 1, \\ k_D^i > 0,8; \end{cases} \quad (4)$$

- 2) *дискретный фронт работ*; суммарное время ожидания открытия фронта работ сопоставимо с суммарным временем функционирования процесса – $\sum t_{ож}^i \approx \sum t_f^i$, максимальное время ожидания не превышает минимального времени функционирования процесса – $t_{ож. max}^i \leq t_f^i. min$, а коэффициент дискретности принадлежит интервалу $k_D^i \in \{0,5, 0,8\}$:

$$\begin{cases} \sum t_{ож}^i \approx \sum t_f^i, \\ t_{ож. max}^i \leq t_f^i. min, \\ k_D^i \in \{0,5, 0,8\}; \end{cases} \quad (5)$$

- 3) *пиковый фронт работ*; суммарное время ожидания открытия фронта работ намного больше суммарного времени функционирования процесса – $\sum t_{ож}^i \gg \sum t_f^i$, минимальное время ожидания превышает наибольшее время функционирования процесса – $t_{ож. min}^i > t_f^i. max$, а коэффициент дискретности меньше $k_D^i < 0,5$:

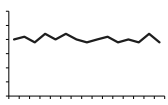
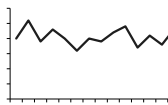
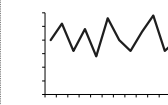
$$\begin{cases} \sum t_{ож}^i \gg \sum t_f^i, \\ t_{ож. min}^i > t_f^i. max, \\ k_D^i < 0,5. \end{cases} \quad (6)$$

Анализируя выполненные систематизации разнообразия строительно-технологических характеристик объекта реконструкции и фронта работ по их структуре и величине (см. рис. 1), а также распределение фронта работ по уровню временной дискретности (см. рис. 3) можно утверждать, что *условиями эффективного применения* технологий реконструкции зданий, промышленной и гражданской застройки как адаптивных технологических систем, базирующихся на принципах управляемой трансформации функционально-морфологических составляющих строительного производственного процесса являются (рис. 4):

а) *динамичный и очень динамичный фронт работ*, характеризуемый разнообразными и очень разнообразными строительно-технологическими характеристиками объекта реконструкции, условий производства строительномонтажных работ и технологических параметров фронта работ по их структуре и величине; коэффициент неоднородности фронта работ более $\epsilon \geq 1,8$;

б) *непрерывный и дискретный фронт работ*, характеризуемый малыми и сопоставимыми периодами ожидания открытия фронта работ по сравнению с

периодами функционирования процессов; коэффициент дискретности не меньше $k_D^i \geq 0,5$.

Коэффициент неоднородности $\varepsilon \rightarrow$	до 1,8	от 1,8 до 5	Свыше 5
Уровень изменчивости фронта работ \rightarrow	равномерный	динамичный	очень динамичный
Динамика параметров и фронта работ \rightarrow			
Морфология технологической системы			
\downarrow			
А _{дт} ТС	-	+	+
СТС	+	-	-
МТС	-	-	+

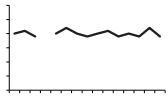

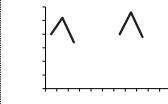
Условие дискретности фронта работ \rightarrow	$\begin{cases} \sum t_{ож}^i \ll \sum t_f^i, \\ t_{ож.max}^i \leq 1, \\ k_D^i > 0,8; \end{cases}$	$\begin{cases} \sum t_{ож}^i \approx \sum t_f^i, \\ t_{ож.max}^i \leq t_f.min^i, \\ k_D^i \in \{0,5, 0,8\}; \end{cases}$	$\begin{cases} \sum t_{ож}^i \gg \sum t_f^i, \\ t_{ож.min}^i > t_f.max^i, \\ k_D^i < 0,5; \end{cases}$
Уровень дискретности фронта работ \rightarrow	непрерывный	дискретный	пиковый
Динамика фронта работ \rightarrow			
Морфология технологической системы			
\downarrow			
А _{дт} ТС	+	+	-
СТС	+	-	+
МТС	-	-	+

Рис. 4. Условия эффективного применения технологий реконструкции зданий различной морфологии в зависимости от степени разнообразия и дискретности фронта работ:

А_{дт}ТС – адаптивные динамически трансформирующиеся технологические системы;

СТС – специализированные технологические системы;

МТС – многофункциональные технологические системы

Структурно-функциональные уровни проектирования. В основу декомпозиции процедур проектирования и целенаправленного применения адаптивных динамически трансформирующихся технологических систем на структурно-функциональные уровни положены [7]:

- классификации строительных процессов по уровню сложности – рабочая операция (РО), простой процесс (ПП), комплексный процесс (КП), комплекс технологически законченных работ – стадий (КР), производственный комплекс строительно-монтажных работ программы реконструкции (ПР);

- классификации строительных процессов по уровню механизации – ручные, механизированные, комплексно-механизированные, автоматизированные и комплексно-автоматизированные процессы;

- иерархия систем взаимосвязанных машин и механизмов – технологический комплект средств малой механизации (Мм), комплект машин (Км), комплекс машин (КОм), система комплексов машин (СКОм), парк машин (Пм).

Уровень сложности строительных процессов принимается как *системообразующий фактор* [8], определяющий *функциональный уровень* технологической системы – от самого нижнего уровня РО к высшему ПР.

Уровень механизации строительных процессов *определяет морфологию* автономного функционального модуля, либо как человеко-машинной системы – звена механизации (ЗМ), либо как антропологической системы – звена рабочих (ЗР).

Иерархия систем взаимосвязанных машин и механизмов предопределяет *структурный уровень* технологической системы – от простейшей структуры автономного функционального модуля (АФМ) до наивысшей сложности – производственного комплекса – парка машин (Пм).

Выделяются пять структурно-функциональных уровней проектирования и применения автономных динамически трансформирующихся технологических систем (рис. 5):

А-уровень. Выполняется формирование морфологии автономного функционального модуля (АФМ), как базового элемента технологической системы. Системообразующим фактором выступает рабочая операция (функция Φ^i модуля), а структурным признаком – звено механизации ЗМ и (или) звено рабочих (ЗР), представляющего собой наименьшую группу исполнителей, количественный состав которой имеет производственно-технологическую обоснованность. Автономный функциональный модуль наделяется системными свойствами и структурой, обеспечивающие реализацию динамических свойств – функциональной инертности и динамической мобилизуемости функций (рис. 5).

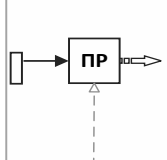
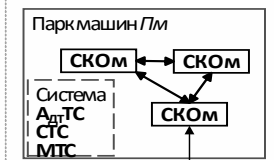

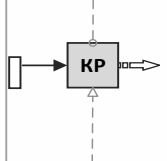


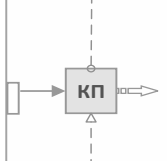


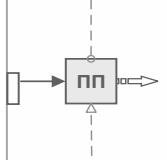
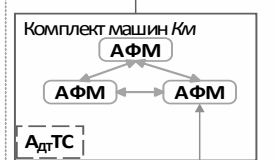
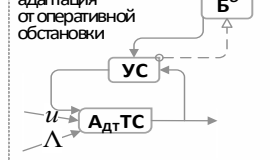
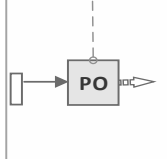
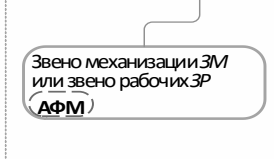
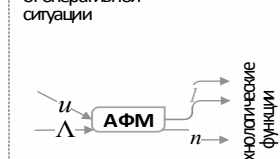
<p>E</p> 		<p>Прогнозно-поисковое от параметров программы реконструкции</p> 	<p>η. Перспективная активность в развитии (прогнозирование и обоснование новых организационных структур)</p>
<p>D</p> 		<p>Проектная адаптация от строительно-технологической ситуации</p> 	<p>ζ. Мобилизуемость средств и технологий (подготовка)</p>
<p>C</p> 		<p>Оперативная адаптация от оперативной обстановки</p> 	<p>γ. Динамическая мобилизуемость структуры α. Функциональная инертность β. Динамическая мобилизуемость функций</p>
<p>B</p> 		<p>Оперативная адаптация от оперативной обстановки</p> 	<p>γ. Динамическая мобилизуемость структуры β. Динамическая мобилизуемость функций α. Функциональная инертность</p>
<p>A</p> 		<p>Оперативное от оперативной ситуации</p> 	<p>β. Динамическая мобилизуемость функций α. Функциональная инертность</p>
<p>Системообразующий фактор</p>	<p>Структура</p>	<p>Управление</p>	<p>Динамические свойства {α, β, γ, ...}</p>

Рис. 5. Декомпозиция проектирования и применения АДТТС на структурно-функциональные уровни:
 Б^И, Б^T, Б^O – банк, соответственно, инновационных и возможных технологий, оперативных организационно-технологических решений и системы предпочтений

Управление автономным технологическим модулем осуществляется внутренней управляющей системой (оператором или программой) путем формирования множества оперативных решений $\{x_t\}$ и команд $\{u_t\}$ исходя из оперативно складывающейся строительно-технологической ситуации $\{\lambda_t\}$ – множество локальных параметров фронта работ и автономного функционального модуля, описывающих текущее состояние модуля и внешней среды, а также системы предпочтений $\{k_t\}$ на момент времени t .

В-уровень. Выполняется формирование морфологии адаптивной динамически трансформирующейся технологической системы (А_{дт}ТС) как совокупности АФМ, при этом системообразующим фактором выступает простой рабочий процесс (функция Φ А_{дт}ТС), а структурным признаком – комплект машин (КМ). Адаптивная динамически трансформирующаяся технологическая система проектируется как целенаправленная (сформирована для реализации цели Ц простого процесса), целостная, автономная (имеющая собственную морфологию (М) и функцию (Ф)) и открытая (состоящая из подсистем-модулей, способных «входить» или «покидать» систему) система. Управление А_{дт}ТС осуществляется внешней управляющей системой (УС) с использованием банка организационно-технологических решений и системы предпочтений (B^0) на основе оперативной адаптации к условиям выбора по прогнозу оперативной обстановки – как множество параметров фронта работ, строительной площадки, конкретных характеристик и состояния конструкций и здания.

С-уровень. Выполняется формирование морфологии комплекса адаптивных динамически трансформирующихся технологических систем (Комплекс А_{дт}ТС, см. рис. 5) как совокупности отдельных А_{дт}ТС, упорядоченной системообразующим фактором – целевой функцией комплексного процесса (функцией Φ Комплекса А_{дт}ТС). В качестве структурного признака принят комплекс машин (КОМ). Комплекс А_{дт}ТС наделяется системными свойствами и изменчивостью структуры, обеспечивающие реализацию динамических свойств – функциональной инертности, динамической мобилизуемости функций и структуры. Управление комплексом А_{дт}ТС осуществляется внешней управляющей системой (УС) с использованием банка оперативных организационно-технологических решений и системы предпочтений (B^0) на основе оперативной корректировки и адаптации к условиям выбора по прогнозу оперативной обстановки.

Д-уровень. Выполняется формирование морфологии системы комплексов адаптивных динамически трансформирующихся технологических систем (Система комплексов А_{дт}ТС, см. рис. 5) как совокупности отдельных комплексов А_{дт}ТС, упорядоченной системообразующим фактором – целевой функцией

комплекса работ по реконструкции зданий, сооружений и их комплексов (функцией Φ Системы комплексов $A_{дтТС}$).

Структурным признаком является система комплексов машин (*СКОМ*). Система комплексов $A_{дтТС}$ имеет изменчивую структуру, что обеспечивает реализацию ее динамических свойств – динамическая мобилизуемость средств и технологий (подготовка, см. рис. 5). Управление системой комплексов $A_{дтТС}$ осуществляется внешней управляющей системой (Ψ) с использованием банка возможных технологий и системы предпочтений (\mathcal{B}^T) на основе проектной адаптации к условиям выбора по прогнозу строительно-технологической ситуации.

Е-уровень. Выполняется формирование морфологии системы адаптивных, специализированных и многофункциональных комплексов (Система комплексов $A_{дтТС}$, СТС и МТС, см. рис. 5), упорядоченной целевой функцией программы реконструкции, (годовая, 2-х годичная, ..., перспективная; функцией Φ Системы комплексов $A_{дтТС}$, СТС, МТС). В качестве структурного признака принимается парк машин на соответствующую программу реконструкции (*Пм*). Данная система комплексов также имеет изменчивую структуру, обеспечивающая реализацию таких ее динамических свойств – перспективной активности в развитии (прогнозирование и обоснование новых организационных структур, в том числе инновационного характера). Управление системой комплексов $A_{дтТС}$, СТС, МТС осуществляется внешней управляющей системой (Ψ) с использованием банка инновационных технологий и системы предпочтений (\mathcal{B}^H) на основе прогнозно-поисковой адаптации к параметрам и условиям программы реконструкции.

Схема методики проектирования. Логической основой содержания и последовательности процедур проектирования $A_{дтТС}$ являются разработанные структурно-функциональные уровни (см. рис. 5), а процедурно-иерархическое место такого проектирования определяет схема общей методики проектирования технологии реконструкции зданий, промышленной и гражданской застройки [9].

Исходными данными при проектировании $A_{дтТС}$ являются результаты первой стадии проектирования, включающие такие процедурно-иерархические этапы как формирование исходных данных (I-й этап проектирования), поисковое и проектное проектирование (II-й и III-й этапы).

Непосредственно само проектирование $A_{дтТС}$ осуществляется на второй стадии проектирования на этапе многоуровневой оптимизации и выборе наилучших решений (IV-й этап), включающей следующие проектные процедуры (рис. 6):

А. Формирование морфологии и функции АФМ;

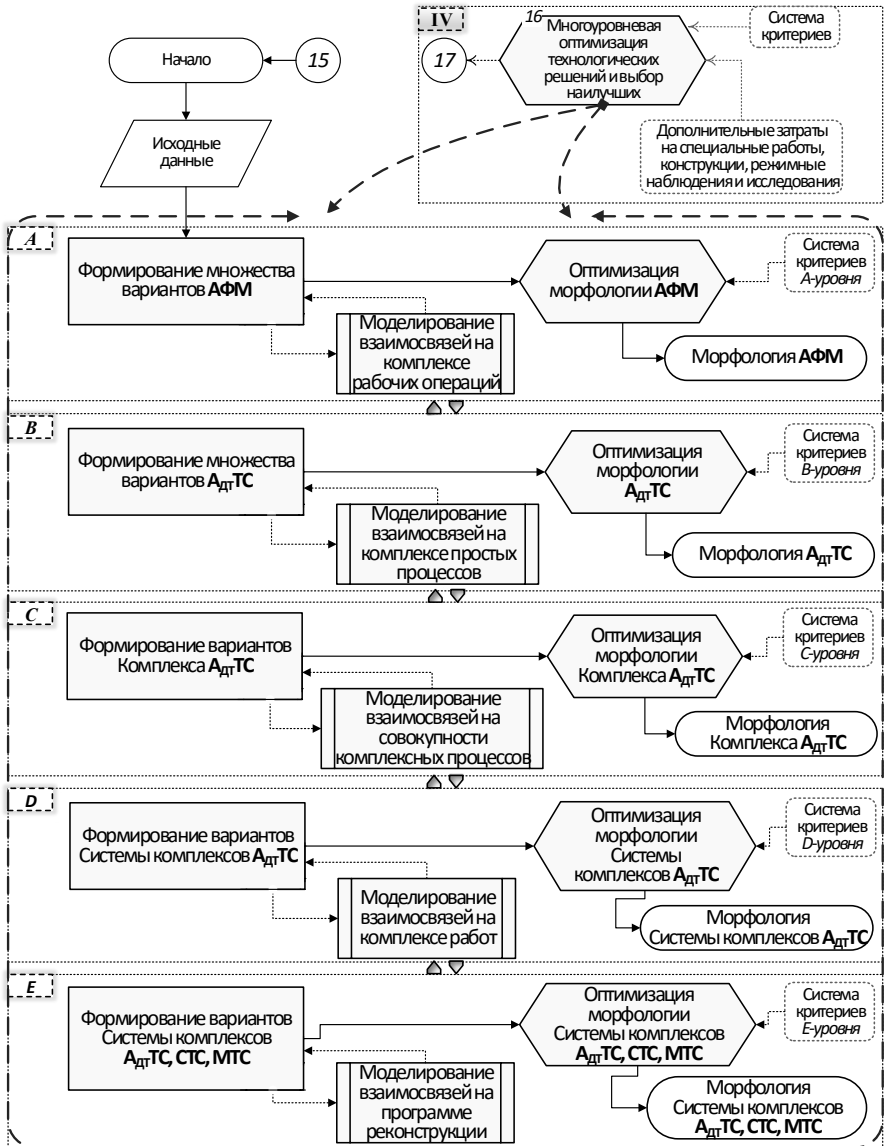


Рис. 6. Схема методики проектирования адаптивных динамически трансформирующихся технологических систем

В. Формирование морфологии и функции А_{дт}ТС;

- С. Формирование морфологии и функции Комплекса А_{ДТ}ТС;
- Д. Формирование морфологии и функции Системы комплексов А_{ДТ}ТС;
- Е. Формирование морфологии и функции Системы комплексов А_{ДТ}ТС, СТС, МТС.

Процедуры проектирования рассматривают технологические системы различного уровня в их комплексном взаимодействии при реконструкции объектов в условиях строительного потока и поэтому процесс формирования таких систем характеризуется как многоуровневый, иерархический (от простого к сложному) и итерационный – возможны переходы с более высоких уровней на более низкие при неудовлетворительных результатах оптимизации.

Литература

1. Осипов А.Ф. Основные принципы проектирования динамически трансформирующихся технологических систем / А.Ф. Осипов // Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий наук.-техн. збір. – К. : КДТУБА, 2000. – Вип. 67. – С. 162–165.
2. Осипов А.Ф. Теоретические основы устойчивого функционирования технологических систем / А.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 48. – С. 321–328.
3. Осипов А.Ф. Методологические основы исследования устойчивости функционирования технологических систем в строительстве / А.Ф. Осипов // Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов: материалы международной науч.-практич. Конференции (4-6 июня 2013 г., г. Йошкар-Ола). Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2013. – С. 325–330.
4. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1984. – 831 с.
5. Осипов А.Ф. Основные положения методологии формализации факторов, влияющих на технологию реконструкции / А.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 49. – С. 374–382.
6. Осипов А.Ф. Параметризация строительно-технологических характеристик объектов реконструкции / А.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 50. – С. 462–477.
7. Черненко В.К., Осипов А.Ф. Основы технологии строительных процессов. В кн. Технология строительного производства / В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, А.Ф. Осипов и др. – К.: Высш. шк., 2002. – 430 с.

8. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. – (В пер.) Т. 1: Методология. Организация. Терминология / Под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.

9. Осипов А.Ф. Методологические основы и принципы технологического прогнозирования при реконструкции промышленных и гражданских объектов / А.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К. : КНУБА, 2014. – Вип. 52. – С. 284-295.

Анотація

У статті викладені основні умови доцільного застосування, методика і структурно-функціональні рівні проектування адаптивних технологічних систем, що динамічно трансформуються, реконструкції об'єктів промислового та цивільного призначення.

Ключові слова: динамічні трансформації, методика, технологічні системи реконструкції будівель, рівні проектування.

Annotation

The article describes the basic terms of the appropriate use of a technique and the structural and functional levels of the design of adaptive systems dynamically transforming technological reconstruction of industrial and civil use.

Keywords: dynamic transformation technique technological systems remodeling, design level.