

## Современные особенности построения многоступенчатой системы управления строительными процессами

*Д.А. Наседкин, Е.И. Зоренко, О.В. Ключникова*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье анализируются основные этапы построения систем управления строительными процессами. Выявляются особенности на основе современных технологий. Выстраивается многоступенчатая концепция управления с возможностью проведения научных исследований и разработок в области новых систем руководства строительными процессами, а также более точной оценкой выполненных работ каждого функционального уровня.

**Ключевые слова:** многоступенчатая система, строительный процесс, класс подсистем, этапы управления, система управления, функциональная цель.

Существует пять основных этапов при построении системы управления строительным процессом. Прежде всего, следует учесть все особенности рассматриваемого процесса, включая методы эксплуатации и возможные нарушения процесса. Во-вторых, необходимо определить экономичность рассматриваемого процесса. В-третьих, следует изменить технические проблемы измерений, управления и связи применительно к структуре строительного процесса, к предполагаемому характеру эксплуатации и решению практических задач. В-четвертых, должен быть осуществлен анализ затрат для различных вариантов системы, анализ структуры строительного процесса и эксплуатационных преимуществ. В-пятых, может быть построена система управления строительным процессом, что и является практической целью работы.

В настоящее время система может быть построена с использованием аналоговых и цифровых устройств [1]. Проблема заключается в том, чтобы определить, что именно следует делать, имея в виду достижения желаемого экономического результата.

Принцип оптимального функционирования системы должен сочетаться с принципами оптимизации структуры строительного процесса. Поскольку в настоящее время отмечается слабое взаимодействие между инженерами-

---

конструкторами и инженерами в области управления, построение системы управления начинается обычно или с изучения действующего предприятия, или анализа готовой структуры строительного процесса. Однако последние исследования показывают, что разработчики строительного процесса фактически придерживаются концепции многоступенчатости, разбивая задачу определения структуры общего производственного процесса на ряд под проблем [2], которые могут быть разрешены с помощью существующих технологий. Это обуславливает идеальный подход, применяемый разработчиками при построении системы управления производственным процессом. Этот подход можно сравнить с прямолинейной схемой, которая широко используется при построении системы управления.

Одной из самых серьезных проблем при построении системы управления является отсутствие точных способов разделения систем управления строительными процессами. Значительно труднее осуществить горизонтальное разделение системы на под системы, чем разработать вертикальную структуру. Но горизонтальное разделение, основанное на концепции подсистем, а не на функциях строительных единиц, оказалось более целесообразным.

Такие строительные единицы объединяются потом в подсистемы, которые подразделяются на основных класса. На этом этапе определяется основное горизонтальное разделение строительного процесса. Следующим этапом является итеративное повторение [7], при котором задачи, цели и функции подсистемы определяются более тщательно, а предшествующие этапы подвергаются проверки в целях подтверждения того, что иерархия соблюдена, а система в целом способна функционировать.

Существуют следующие четыре основных класса подсистем [5]:

1) Операционные – образуются на основе объединения строительных единиц, тесно связанных между собой условиями выполняемых операций и общими целями.

2) Последовательные – образуются на основе объединения строительных единиц, имеющих аналогичные цели и функции и последовательно связанные друг с другом.

3) Функциональные – образуются на основе объединений строительных единиц, имеющих аналогичные цели и функции, но не связанные друг с другом в производственном процессе.

4) Автономные строительные единицы системы или компоненты, полностью независимые от остальных строительных единиц системы и компонентов.

После того как строительный процесс тщательно изучен с помощью итеративной процедуры, разрабатывается операционная структура. Вся система просматривается несколько раз для установления целей и функций на каждом уровне. Затем определяется специфическая функциональная цель [4] для каждого отдельного процесса, и далее объединяются в строительную единицу.

Оказалось, крайне затруднительным правильно определить операционные функции двигаясь сверху вниз, что привело к появлению многих промежуточных уровней [3]. Аналогичные попытки анализировать процесс снизу с помощью установления функции, выполняемых отдельными единицами оборудования для реализации строительного процесса, не привели к успеху в разработке подсистем и определении целей и функций более высокого порядка. Необходим итеративный подход с использованием всей имеющейся информации, как к верхнему, так и нижнему уровням процесса. Перечень этапов, которые привели к успешному результату, приведены в таблице № 1.

---

Таблица № 1

Этапы построения многоступенчатой системы управления строительным процессом.
➤ Изучения строительного процесса в целом.
➤ Разработка иерархии целей системы управления строительным процессом.
➤ Разработка соответствующих операционных целей и функций.
➤ Составления перечня компонентов строительного процесса.
➤ Объединение компонентов в строительные единицы.
➤ Объединение строительных единиц в подсистемы.
➤ Формализация задач, целей и функций подсистем.
➤ Анализ функционирования подсистем.
➤ Разработка стратегии управления строительными операциями подсистем.
➤ Итеративное повторение этапов 2-9.
➤ Разработка стратегии управления строительными операциями для различных уровней системы.
➤ Итеративное повторение этапов 2-11.
➤ Завершение разработки стратегии управления строительными операциями и структуры системы в свете изменяющегося функционирования строительного процесса, изменение его целей и компонентов.
➤ Непрерывная переоценка стратегии управления строительными операциями и структуры системы в свете изменяющегося функционирования строительного процесса, изменения его целей или компонентов.

Тщательно определенные задачи, цели и общие функциональные требования являются основой построения любой системы. Ключом к необходимому анализу является желание записать задачи для различных составных частей системы и функций, которые представляются очевидными и простыми [10]. Должно быть обеспечено также минимальное взаимодействие между подсистемами на каждом уровне, при сохранении в то же время концепции иерархической многоступенчатости.

Затем, аналогичным образом, разрабатываются стратегии выполнения операций для других уровней. Каждый более высокий уровень требует перепроверки всех предшествующих этапов в целях обеспечения возможности функционирования всей системы. После разработки стратегии выполнения операции на всех уровнях представляется возможность составить перечень функций системы управления строительным процессом и выбрать необходимые для построения этой системы устройства. Этот этап не является последним, поскольку строительный процесс и окружающая среда, в которой он осуществляется, носят динамичный характер [6].

Критерием хорошего качества выполненной работы по построению системы [8] является возможность вносить изменения в любую составную часть системы с минимальными изменениями всей системы в целом.

Таким образом, достоинством применения концепции многоступенчатости заключается в проведении научных исследований и разработок в области новых систем управления строительными процессами [9], а также возможности давать более точную оценку выполнения требований для каждого функционального уровня. Это может быть использовано в разработке более усовершенствованных устройств систем управления и средств программирования, а также в исследованиях практической применимости новых концепций построения систем управления.

---

## Литература

1. Ключникова О.В., Клячева Н.В. Этапы оптимизационного поиска при вариантном проектировании организационно-технологических решений. Научное обозрение. 2014. № 10. С. 539.
  2. Ключникова О.В., Гаврилова О.А. Организационная и психологическая составляющие труда руководителя. Научное обозрение. 2014. № 8-3. С. 1094-1097.
  3. Зильберова И.Ю., Саар О.В. Формирование методики выбора технологического решения при производстве работ на линейно-протяженных объектах. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2010. № 17 (36). С. 96-101.
  4. Ключникова О.В., Кадилин С.С. Применение элементов теории графов при распределении ресурсов типа мощности для линейно-протяженных объектов // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1666](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1666)
  5. Зильберова И.Ю. Проблемы инженерной подготовки строительного производства и разработки организационно-технологической документации с использованием информационно-вычислительных машин // Инженерный вестник Дона. 2012. №4 (часть 2) URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1293](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1293)
  6. Костюченко В.В. Организационно-технологическая система производственного аппарата строительных работ // Инженерный вестник Дона. 2016. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3920](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3920)
  7. Костюченко В.В. Управление процессом повышения эффективности организационно-технологических строительных систем // Инженерный вестник Дона. 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/735](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/735)
-



8. Саар О.В. Организационно-экономическое обеспечение устойчивого развития строительных предприятий в западной Сибири. Известия Ростовского государственного строительного университета. 2009. № 13. С. 285.

9. Fouad M. Khoury, Multistage Separation Processes. CRC PRESS. 2005, p. 460. URL : [docshare03.docshare.tips/files/22703/227034548.pdf](http://docshare03.docshare.tips/files/22703/227034548.pdf)

10. Brian Atkin, Jan Borgbrant, Per-Erik Josephson, Construction Process Improvement, Osney mead, Oxford OX2 0EL UK 2003, p. 322. URL: [epdf.tips/construction-process-improvement.html/](http://epdf.tips/construction-process-improvement.html/).

### References

1. Klyuchnikova O.V., Klyacheva N.V. Nauchnoe obozrenie. 2014. № 10. 539 p.

2. Klyuchnikova O.V., Gavrilova O.A. Nauchnoe obozrenie. 2014. № 8-3. pp.1094-1097.

3. Zil'berova I.Yu., Saar O.V. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2010. № 17 (36). pp.96-101.

4. Klyuchnikova O.V., Kadilin S.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2013. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1666](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1666).

5. Zil'berova I.Yu. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2012. № 4 (part 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1293](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1293).

6. Kostyuchenko V.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2016. № 4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3920](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3920).

7. Kostyuchenko V.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2012. № 1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/735](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/735)

8. Saar O.V. Izvestiya Rostovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta. 2009. № 13. p.285



9. Fouad M. Khoury, Multistage Separation Processes. CRC PRESS. 2005, p. 460. URL : [docshare03.docshare.tips/files/22703/227034548.pdf](http://docshare03.docshare.tips/files/22703/227034548.pdf).

10. Brian Atkin, Jan Borgbrant, Per-Erik Josephson, Construction Process Improvement, Osney mead, Oxford OX2 0EL UK 2003, p. 322. URL: [epdf.tips/construction-process-improvement.html/](http://epdf.tips/construction-process-improvement.html/).