

# **О ВЛИЯНИИ СИТУАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ПОТОКИ ЗАДАНИЙ НА АКТУАЛИЗАЦИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ АСУТП АЭС**

**Байбулатов А.А.**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*

*Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65*

*bajbulatov@mail.ru*

*Аннотация: Представлен краткий обзор ситуативных факторов, влияющих на разработку и сопровождение информационных систем. Приведены результаты исследования потоков заданий на актуализацию информационных баз верхнего уровня АСУТП АЭС, показано воздействие ситуативных факторов и выделены наиболее важные из них.*

Ключевые слова: ситуативные факторы, потоки заданий, актуализация, информационная база, АСУТП, АЭС.

## **Введение**

Известно, что разработка и сопровождение, включая актуализацию, информационных баз систем управления крупномасштабных промышленных объектов – это довольно длительный процесс, нередко требующий до десяти и более лет. Для информационных баз верхнего уровня автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) АЭС этот процесс имеет итерационный характер: задания на актуализацию поступают настолько часто, что образуют потоки. Знание характеристик потоков заданий позволяет обосновывать и надлежащим образом проектировать средства актуализации, а также оценивать временные затраты на актуализацию.

Как правило, выделяют две основные причины многократной выдачи заданий на актуализацию и образования потоков:

- 1) добавление новых функциональных возможностей, ввод новых модулей и подсистем;
- 2) выявление в информационной базе ошибок, несоответствий и неточностей.

Первая причина проявляется на этапах проектирования и пуско-наладки, а вторая – на протяжении всего жизненного цикла.

Однако, только эти две причины не могут объяснить сложные статистические характеристики потоков заданий. Ответ, по-видимому, заключается в том, что каждый программный продукт (проект) уникален – обладает своей спецификой, зависящей от конкретной ситуации, т.е. подвержен ситуативным факторам.

Работа посвящена потокам заданий на актуализацию информационных баз (в части сигналов и мнемосхем) систем верхнего блочного уровня (СВБУ) АСУТП АЭС «Куданкулам» энергоблоков (ЭБ) 1 и 2 (Индия): приведены характеристики потоков, показано влияние ситуативных факторов, выделены наиболее важные из них.

## **1 Обзор ситуативных факторов, влияющих на разработку и сопровождение информационных систем**

Ситуативные факторы – это довольно сложное и противоречивое понятие из области социальной психологии [1], которое, тем не менее, широко используется в сферах, связанных с человеческой деятельностью, таких как воспитание, образование, управление, маркетинг.

Что касается информационных систем, то здесь понятие ситуативных факторов связано с необходимостью объяснения характеристик процесса разработки и сопровождения программного обеспечения (ПО), которые не укладываются в существующие отработанные модели. Изначально для вывода ситуативных факторов, влияющих на процесс разработки ПО, использовалось 7 смежных областей знаний, относящихся к разработке ПО [2]: модели и стандарты, факторы риска, оценка затрат, факторы окружения, адаптация процесса, степень необходимой гибкости процесса, знания по инженерии ПО (англ. Software Engineering Body of Knowledge, SWEBOK). Вывод ситуативных факторов был проведен с помощью «обоснованной теории» (англ. Grounded theory) [2].

В настоящее время известно 44 ситуативных фактора, влияющих на процесс разработки и сопровождения ПО, которые объединены в 8 классификационных групп [2] (Таблица 1). При этом каждый фактор определяется несколькими подфакторами, суммарное количество которых достигает 170.

Таблица 1. Ситуативные факторы и их классификационные группы

Группа факторов	Факторы
Персонал	Текучность, размер команды, культура, опыт, сплоченность, квалификация, производительность, обязательства, дисгармония, изменчивость
Требования	Выполнимость, стандарты, строгость, степень риска
Применение	Производительность, сложность, тип, размер, предсказуемость, связность, повторное использование, фаза разработки, профиль развертывания, качество
Технология	Знания, новые технологии
Организация	Зрелость, обязательства управленческого персонала, стабильность, структура, оборудование, размер
Эксплуатация	Конечные пользователи, предпосылки
Управление	Компетентность, достоинства, целостность
Бизнес	Внешние зависимости, двигатели бизнеса, время до рынка, удовлетворенность заказчика, соглашения об оплате, возможности, величина возможных потерь

## 2 Результаты исследования потоков заданий на актуализацию информационных баз

### 2.1 Основные характеристики

Потоки заданий на актуализацию информационных баз СВБУ представляют собой совокупность отдельных потоков заданий на мнемосхемы и на сигналы, каждый из которых является временным рядом, где пакеты случайного размера поступают в случайные моменты времени. Для выявления характеристик потоков были исследованы выборки размеров пакетов и выборки интервалов времени между пакетами для мнемосхем и для сигналов [3]. В исследовании использовались методы описательной статистики, т.е. представление данных посредством таблиц, графиков, статистических показателей и гистограмм эмпирических распределений; сравнительно большие выборки (с числом элементов более 30) были исследованы на нормальное и экспоненциальное распределения, а также на корреляцию и автокорреляцию.

Проведенное исследование показало, что все потоки заданий, включая потоки мнемосхем, потоки сигналов, для ЭБ-1 и для ЭБ-2, обладают следующими общими характеристиками: значительная продолжительность (более 8 лет), недетерминированность, неординарность, невозможность подбора простого закона распределения (нормального или экспоненциального), отсутствие корреляции между размерами пакетов и интервалами времени между ними, отсутствие автокорреляции, неоднородность, нестационарность, начиная с этапа пуско-наладки отрицательный тренд.

В то же время, потоки заданий на сигналы имеют некоторые характеристики, отличные от потоков заданий на мнемосхемы: они более насыщены на этапе проектирования, более однородны как по размерам пакетов, так и по интервалам времени между ними, в целом менее насыщены. Большие объемы заданий на сигналы наблюдаются на всех этапах жизненного цикла, в отличие от заданий на мнемосхемы, объемы которых существенно сокращаются на этапе эксплуатации.

Если сравнить потоки заданий на мнемосхемы и на сигналы по энергоблокам (ЭБ-1 и ЭБ-2), то можно отметить, что они схожи по некоторым статистическим показателям размеров пакетов (средний размер пакета в пределах стандартной ошибки, медиана, мода, стандартное отклонение). Но потоки заданий ЭБ-1 значительно более насыщены, чем потоки заданий ЭБ-2 (превосходят их по суммарному числу мнемосхем или суммарному объему изменений сигналов, числу пакетов, числу пакетов в рабочий день, максимальному размеру пакета). Объясняется это тем, что в соответствии с проектом ЭБ-2 референтен ЭБ-1.

Основной вывод из исследования заключается в том, что потоки заданий не являются пуассоновскими, поэтому к ним сложно подобрать простую статистическую модель, например, теории массового обслуживания, и эффективно ее анализировать. В результате, для расчета временных затрат на актуализацию был выбран математический аппарат теории детерминированных систем с очередями Network calculus, который в отличие от теории массового обслуживания работает не с функциями распределения вероятностей, а с детерминированными ограничениями.

## 2.2 Влияние ситуативных факторов

Результаты исследования показали, что к потокам заданий на актуализацию информационных баз СВБУ невозможно подобрать какую-либо простую статистическую модель. В частности, потоки не удовлетворяют экспоненциальному закону распределения ни на одном из этапов жизненного цикла. С другой стороны, как было указано выше, на этапе эксплуатации потоки заданий определяются единственной причиной, связанной с выявлением ошибок в информационной базе, а в соответствии с известными моделями интенсивность выявленных в ПО ошибок убывает экспоненциально и на длительных временных интервалах переходит в константу [4]. Поэтому ожидалось, что выборки потоков заданий (возможно, не все из них) будут удовлетворять экспоненциальному закону. Выявленное несоответствие характеристик потоков классическим моделям объясняется влиянием ситуативных факторов.

Не было также обнаружено никакой корреляционной зависимости между размерами пакетов и интервалами времени между ними, хотя из простых физических соображений такая корреляция возможна с большой вероятностью. Объясняется это также ситуативными факторами.

Таким образом, сложность потоков заданий, невозможность представить их простыми статистическими законами определяется воздействием ситуативных факторов. При этом влияние могут оказывать все факторы, выделенные для информационных систем (Таблица 1). Если же рассмотреть схожие проекты, например, информационные базы СВБУ различных энергоблоков одной АЭС, то, очевидно, что значения большинства факторов для этих проектов будут совпадать. Действительно влияющими на различия проектов, скорее всего, окажутся факторы, относящиеся к группе персонала (Таблица 1): культура (культура команды, устойчивость к изменениям), опыт (общий опыт, опыт команды, различия в команде, опыт применения, опыт аналитиков, опыт программистов, опыт тестировщиков, опыт методологии разработки, опыт платформы), сплоченность (общая сплоченность, способность команды успешно завершать задания, способность команды работать с неопределенными элементами и неточными целями, сверхзависимость членов команды, распределенные команды, географически удаленные команды), квалификация (эксплуатационные знания, компетентность команды, понимание командой применения), производительность (общая производительность, способность команды быстро выполнять задачи), обязательства (обязательства по отношению к проекту среди членов команды). Поэтому именно эти факторы являются наиболее важными для разработки и сопровождения информационных баз СВБУ.

## Выводы

Знание ситуативных факторов позволяет объяснять наблюдаемые сложные статистические характеристики потоков заданий на актуализацию информационных баз верхнего уровня АСУТП АЭС, а также более точно прогнозировать эти характеристики, не полагаясь исключительно на известные модели и эмпирические данные завершенных проектов. Определив ситуативные факторы и спрогнозировав потоки заданий на актуализацию, можно проектировать необходимые программные и технические средства актуализации, а также оценивать соответствующие временные затраты на актуализацию [5]. Данный вывод применим также для информационных баз других систем управления.

## Литература

1. *Rauthmann J.* Situational Factors. Chapter in Book: Springer Encyclopedia of Personality and Individual Differences. Ed.: Zeigler-Hill V., Shackelford T.– Springer, 2017.– P. 1-8.
2. *Clarke P, O'Connor R.V.* The situational factors that affect the software development process: Towards a comprehensive reference framework // Information and Software Technology. May 2012. Vol. 54, Issue 5. – P. 433-447.
3. *Байбулатов А.А.* Исследование потоков заданий на актуализацию информационной базы верхнего уровня АСУТП АЭС // Труды Девятой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD'2016 (Москва, 3-5 октября 2016 г.). М.: ИПУ РАН, 2016. т. 2. – С. 161-170.
4. *Mohd R., Nazir M.* Software Reliability Growth Models: Overview and Applications // Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences. Sep. 2012. Vol. 3, No. 9. – P. 1309-1320.

5. *Baybulatov A.A.* A Novel Approach to Estimating Databases Maximum Updating Time // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. Vol. 658. – P. 104-112.