

Ситуационно-аналитические центры, как способ снижения влияния человеческого фактора на принятие управленческих решений при эксплуатации больших информационных систем

Г. П. Акимова, А. В. Соловьев, Е. В. Пашкина

В статье изложен методологический подход к определению эффективности принятия управленческих решений при эксплуатации и развитии больших информационных систем, а также к снижению влияния человеческого фактора на функционирование больших информационных систем на основе внедрения ситуационно-аналитических центров.

Обозначения и сокращения

ЧФ — человеческий фактор.

ИС — информационная система.

ЧС — чрезвычайная ситуация.

БД — база данных.

САЦ — ситуационно-аналитический центр.

ДФ — дестабилизирующие факторы.

ОДП — оперативно-диспетчерский персонал.

ПО — программное обеспечение.

Введение

Большие информационные системы все чаще становятся неотъемлемой частью производственного процесса на промышленных предприятиях, коммерческих организациях и в государственных структурах. Чем крупнее организация, тем большая по масштабам ИС требуется для охвата и управления всем производственным и/или технологическим циклом. По мере развития производства или бизнеса организации, развитию подлежат и ИС.

Чем крупнее ИС, тем сложнее определить, как именно следует ее развивать, что в первую очередь совершенствовать. Любое неверное

решение при составлении планов развития ИС может повлечь за собой неоправданные расходы и, в конечном итоге, цель развития ИС может быть не достигнута.

По мнению авторов, что бы существенно снизить влияние человеческого фактора при принятии решений по развитию и/или модернизации ИС, необходимо использовать элементы натурального моделирования.

Как провести натурное моделирование, не нарушив при этом технологического производственного цикла? Для этого необходимо выделить основные узлы ИС в отдельный макет, а также создать нагрузочный стенд который позволяет моделировать те или иные ситуации для ИС, используя специально сформированные данные и прочие нагрузки на узлы и элементы ИС.

1. Основные понятия и определения

Ситуация — это оценка (анализ, обобщение) совокупности характеристик объектов системы и связей между ними, которые находятся в постоянных и причинно-следственных отношениях, зависящих от произошедших событий и протекающих процессов.

Обобщенное описание системы с помощью ситуаций называется ситуационной моделью (СМ).

Можно выделить два важных свойства ситуации: множественность и неоднородность исходных данных. Важно отметить, что ситуация всегда представляет собой некую оценку (анализ, обобщение) множества данных. Более того, эта оценка является субъективной, так как она зависит от средств и методов обобщения, применяемых конкретным человеком или человеко-машинной системой.

Все программно-аппаратные комплексы, использующие для прогнозирования развития или поведения какой-либо системы, в том числе и информационной, ситуационные модели называются системами ситуационного моделирования (ССМ).

Ситуационно-аналитический центр — совокупность программно-технических средств, научно-математических методов и инженерных решений для автоматизации процессов отображения, моделирования, анализа ситуаций, возникающих в системе и автоматизации процессов управления.

2. Для чего нужны САЦ

Любая большая ИС требует четкого контроля за выполнением своих функций, оперативного выявления потенциально «проблемных» компонент.

В тоже время, подчас сложно принимать управленческие решения, в том числе и по разрешению кризисных ситуаций, не имея наглядного представления об эффекте, который принесет то или иное решение, и не имея четкого критерия «полезности» того или иного изменения в ИС.

На данный момент анализ эффективности принимаемых решений при развитии ИС выполняется зачастую при отсутствии необходимых исходных данных и умозрительно, что, несомненно, сказывается на качестве и оперативности таких решений.

Рассмотрим несколько типовых примеров оценки эффективности использования того или иного метода или средства для крупных ИС или разрешения кризисной ситуации с помощью САЦ [3].

1. Необходимо оценить, насколько обработчики поступающих данных (документов) в ИС смогут справиться с информационным потоком в условиях резко возросшей нагрузки.

Для получения точного ответа на этот вопрос, необходимо промоделировать, в том числе, используя физическое (натурное) моделирование поступления и обработки информационного потока, весь технологический цикл обработки данных в ИС. С помощью математического аппарата необходимо создать модель оценки размеров и временных рамок поступления информационного потока, определить сценарии поступления данных в ИС на обработку.

Кроме того, необходимо четко замерить времена, затрачиваемые при обработке данных на те или иные операции.

Результатом работы САЦ будет аналитический отчет, показывающий временные затраты на каждый этап обработки, на основании которого можно сделать однозначный вывод о работоспособности ИС и разработать план какие функции в ИС нужно доработать.

Без элементов физического моделирования с использованием узлов ИС здесь не обойтись, так как очень сложно чисто математически предусмотреть все возможные реакции узлов и элементов ИС на возросшую нагрузку.

2. Необходимо оценить влияние рисков на ИС в целом или ее отдельных узлов и компонентов.

Для этого необходимо по существу промоделировать параметры катастрофоустойчивости ИС.

Это означает, что необходимо задать сценарии влияния рисков на работу ИС, а также оценить последствия проявления тех или иных рисков.

Результатом проведенного моделирования может быть характеристика поведения технологического цикла ИС при воздействии на отдельные узлы влияний катастрофического характера.

3. Определить, какая из имеющихся систем резервного копирования более эффективна для информационных ресурсов ИС.

Для этого необходимо установить эти системы на одинаковые компьютеры, и на одинаковом наборе исходных данных (например, одинаковые по размеру БД или критичные по размеру БД — несколько десятков или сотен гигабайт) определить работоспособность, временные и надежность характеристики средств резервирования.

Данный способ также поможет оперативно выяснить возможные сочетания средств резервного копирования и операционных систем.

4. Необходимо проанализировать причины снижения скорости работы с БД, что приводит к неоправданным задержкам при обработке информационных потоков.

Это достигается всесторонним анализом, возможно с элементами натурального моделирования, а также наличием БД «истории» подобных проблем для точного и быстрого анализа ситуации.

Результаты должны предоставляться оперативно в виде раскладки времен всех операций при работе с БД в виде аналитических отчетов.

5. Необходимо рассмотреть эффективность новой методики оценки надежности ИС после доработок.

Требуется оценить, насколько такая методика эффективнее старой и традиционной методики оценки надежности, причем как можно более оперативно.

Для решения этой проблемы необходимо запрограммировать математический аппарат методик, сгенерировать исходные данные, которые отражали бы реальность, для каждой из методик и провести «моделирование» расчетов по методике.

Результатом при этом будет определение, при каких исходных данных и иных условия, при каких ограничениях данная методика лучше прежней.

Все выше перечисленные проблемы (многие из них имели место в реальности) могут быть решены с помощью САЦ с высокой оперативностью и достоверностью результатов, особенно учитывая, что вопросы эксплуатации крупных ИС имеют большую неоднородность по своему характеру, а оперативность принятия решений по ним становится все более критичной.

Во-первых, разные по характеру вопросы эксплуатации ИС делают крайне затруднительной оценку всех возможных ситуаций и последствий их возникновения для ИС, в частности потому, что необходимо проводить огромное количество «ручных» исследований и вычислений для выполнения оценок эффективности методов и средств функционирования ИС.

Во-вторых, отсутствие элементов «натурного моделирования» не позволяет с достаточной точностью и оперативностью определить эффективность того или иного технического или инженерного решения. Проводимые зачастую исследования «на коленке», ориентированы на заявленные в документации технические характеристики оборудования, которые могут иметь значительную дисперсию из-за «краевых» эффектов взаимодействия с другими аппаратными и программными компонентами ИС.

В-третьих, отсутствие наглядной визуализации результатов исследования делает затруднительной их интерпретацию и, следовательно, принятие верных управленческих решений по развитию ИС. Более наглядное (и оперативное) представление информации (например, на экране коллективного пользования или в виде аналитических отчетов) значительно упрощает ее восприятие.

В-четвертых, отсутствие точного представления о возможных деструктивных процессах в ИС, ситуациях их порождающих и последствиях возникающих ситуаций, в том числе катастрофического характера, делает крайне затруднительной разработку адекватных мер противодействия.

Точная оценка последствий, моделирование возможных ситуаций, возникающих в ИС при принятии того или иного решения, позволят выявить наиболее актуальные направления ее развития, что в конечном итоге, позволит значительно экономить средства на развитии ИС.

Конечно, создание САЦ, включающих в себя мощный научно-математический аппарат, программное обеспечение (включая средства ситуационного моделирования, средства информационно-аналитической обработки информации, средства генерации информационной нагрузки на ИС, средства написания программ генерации статистических данных и расчета показателей), техническое обеспечение (включая необходимое серверное оборудование) достаточно дорогостоящая разработка, но зато она позволяет оперативно решать перечисленные выше проблемы.

3. Методологический подход к оценке эффективности использования САЦ в процессе принятия управленческих решений

На основании работ по обеспечению мероприятий по устойчивости для крупной территориально-распределенной ИС разработана методология оценки эффективности использования средств ситуационного моделирования, а также основные положения концепции создания средств ситуационного моделирования [3].

Из множества критериев эффективности использования того или иного средства автоматизации или аналитики можно выделить два наиболее важных критерия:

1. Уменьшение времени на принятие того или иного управленческого решения $T_{\text{упр}}$ (повышение результативности управления). Вычисляется как отношение времени принятия решения с помощью САЦ и аналогичного решения без помощи САЦ.
2. Уменьшение затрат на эксплуатацию и развитие ИС (повышение качества управления эксплуатацией и развитием). Вычисляется как отношение затрат на принятие решения с помощью САЦ и аналогичного решения без помощи САЦ.

По первому показателю применение САЦ позволяет увеличить результативность функционирования ИС на 20–30 %, по второму на 15–20 % (в расчет включается стоимость разработки и эксплуатации самого САЦ) см. [1, 2].

Что бы пояснить смысл используемых показателей, приведем конкретные примеры. Испытания обработчиков информационных потоков одной крупной ИС в режиме предельной нагрузки не проводились, следовательно, поведение ИС в предельном режиме не очевидно. Резкое увеличение информационной нагрузки привело к проблемам, спрогнозировать которые заранее было невозможно, в результате возникли различные сбои на выяснение причин и исправление которых ушло несколько часов.

Если бы ситуация была промоделирована на САЦ заранее, особенности поведения можно было предусмотреть, и, следовательно, сократить время восстановления $T_{\text{в}}$ ИС при сбоях. Это в свою очередь увеличило бы и показатель коэффициента готовности ИС $K_{\text{Г}}$.

Учитывая уменьшение времени принятия решения ($T_{\text{упр}}$) на 20–30 % и примерное время моделирования с помощью САЦ, а также риск не обнаружения сбоя при моделировании, можно оценить, что время восстановления ($T_{\text{в}}$) при использовании САЦ сократится на 10–20 %, при этом вероятность возникновения рисков ($Q_{\text{риск}}$) сократится в 1,3–1,8 раза.

Второй показатель (уменьшение затрат на эксплуатацию и развитие) можно выразить через удельный показатель достижения необходимого уровня качества работы ИС (например, коэффициента готовности) на единицу затрат C .

Введем удельный показатель качества $K_{\text{Гс}} = T_{\text{упр}}/C$. При уменьшении C на 15–20 % при том же уровне качества, удельный показатель $K_{\text{Гс}}$ увеличится на 16–22 %, а с учетом улучшения качества ($K_{\text{Г}}$) на 1–2 %, увеличится на 18–25 %.

Кроме того, в качестве критериев эффективности САЦ, можно назвать еще несколько:

1. Точность построения прогнозов развития ситуаций.
2. Результативность управления эксплуатацией и развитием ИС.
3. Улучшение качества предоставляемых аналитических материалов.
4. Оперативность моделирования ситуаций.
5. Своевременность определения негативных тенденций.
6. Достоверность полученных результатов анализа.

Их оценка требует сбора и обработки соответствующей статистики с классификацией по типам решаемых проблем развития ИС.

4. Основные положения концепции создания средств ситуационного моделирования для САЦ

Основные положения концепции создания средств ситуационного моделирования тесно связаны с общим подходом к моделированию поведения ИС с помощью натурального и математического моделирования [3, 4].

1. В основе подхода лежит моделирование движения информационных потоков в ИС во время основных технологических рабочих циклов с учетом рисков (т. е. при воздействии на ИС дестабилизирующих факторов), а также без них.

Временные характеристики движения информационных потоков моделируются с учетом характеристик оборудования элементов ИС и квалификации ОДП ИС (часть оборудования (характеристики и принцип действия при отсутствии в САЦ) и характеристики ОДП хранятся в отдельной базе знаний).

При моделировании существует возможность настройки элементов ИС в ПО САЦ с имитацией «замены» оборудования. Имитация «замены» оборудования производится путем выбора из базы знаний и изменения конфигурации отдельных узлов и элементов ИС.

Движение информационных потоков в основном технологическом цикле ИС моделируется с учетом влияния на ИС различных рисков (отказы электропитания, изменение климата внутри помещений, пожароопасность, отказы оборудования и ПО, умышленный ущерб и т. д.). Характеристики рисков, а также сценарии развития катастрофических ситуаций вводятся ОДП САЦ и хранятся также в отдельной базе знаний.

Моделирование работы элементов ИС может производиться программным способом или с использованием соответствующего штатного оборудования ИС, включенного в САЦ.

Результаты работы средств моделирования САЦ должны представлять собой расчет показателей эффективности работы ИС (своевременности, достоверности и полноты, как функций от времени), выводы о готовности ИС к выполнению своих функций при развитии заданных катастрофических событий, анализ причин нарушения устойчивости ИС на основе полученной информации.

2. При ситуационном моделировании должен применяться сценарный метод («что, если») анализа и прогнозирования поведения ИС с учетом влияния рисков, а также без них.

Моделирование поведения ИС производится, исходя из предположения, что катастрофическое событие состоялось, необходимо смоделировать состояние ИС, движение информационных потоков, влияние отказа элемента на поведение всей ИС с учетом времени восстановления элемента.

Сценарий развития катастрофических событий, степень влияния рисков (воздействия ДФ) на ИС задает ОДП при работе с САЦ.

Сценарии развития катастроф, характеристики ДФ и функции воздействия ДФ на ИС вводятся ОДП САЦ и централизованно хранятся в отдельной базе знаний.

База знаний открыта перед началом работы для ввода новых рисков и сценариев развития катастрофических событий и может пополняться различными ДФ, описание которых производит ОДП САЦ.

3. Для оценки состояния ИС и степени ее готовности к выполнению своих функций должно применяться ретроспективное моделирование поведения ИС (на основе анализа базы знаний «истории» (ретроспективы) отказов, конфигураций и т. д.).

Все сведения об отказах узлов и элементов, а также общих проблемах ИС должны храниться в отдельных базах знаний «истории» отказов элементов ИС и «истории» конфигураций элементов ИС.

Моделирование отказов элементов ИС производится с учетом «истории» отказов элементов ИС, но может происходить и по случайному закону распределения отказов в элементах ИС.

При оценке состояния готовности ИС, а также при оценке риска возникновения аварийной или критической ситуации используется анализ «истории» отказов (проблем) элементов ИС.

4. Для анализа поведения ИС при воздействии на нее рисков используется принцип имитационного моделирования.

ПО САЦ должно имитировать движение информационных потоков в ИС во время всех основных технологических циклов.

ПО САЦ должно имитировать функционирование всех узлов и элементов ИС с учетом временных характеристик работы и пропускной способности каналов связи и оборудования (используемого в САЦ, либо имитируемое программным путем, в последнем случае характеристики оборудования вносятся в БД настроек перед началом моделирования).

ПО САЦ реализует разработанные модели влияния ДФ (рисков) на работу ИС и сценарии катастрофических событий (также вводятся в базу знаний САЦ).

5. Информационный базис САЦ должен быть расширяемым.

ПО САЦ должно предусматривать ввод новых ДФ, их характеристик и функций воздействия на ИС.

ПО САЦ должно предусматривать создание новых сценариев катастрофических событий в ИС.

ПО САЦ должно предусматривать ввод новых статистических данных по «истории» отказов и изменению конфигурации узлов и элементов ИС.

ПО САЦ должно предусматривать физическое подключение (или ввод характеристик новых элементов ИС в базу знаний САЦ).

6. САЦ должен обладать свойством настраиваемости (гибкости).

САЦ должен предусматривать ввод и функционирования новых технологических цепочек работы ИС.

ПО САЦ должно предусматривать настройку элементов ИС (временные, количественные, порядок функционирования и т. д.).

Настройки ПО САЦ должны позволять проводить моделирование функционирования ИС как для режима «нормальной» работы всех технологических цепочек, так и для режима катастрофических влияний.

7. САЦ должен обладать свойством непротиворечивости ИС.

Функционирование средств ситуационного моделирования ИС не должно противоречить принципам функционирования настоящей ИС.

В САЦ должна соблюдаться поддержка технических и программных решений, принятых в настоящей ИС.

В САЦ должна соблюдаться поддержка политики безопасности и всех средств защиты данных, принятых в настоящей ИС.

8. При создании САЦ может применяться принцип минимизации использования аппаратных ресурсов.

Вместо использования дорогостоящей аппаратуры, там, где это возможно (например, для «некритических» элементов ИС), может ис-

пользоваться программная эмуляция функционирования элементов ИС с учетом реальных вероятностно-временных характеристик, в том числе и под воздействием рисков.

Если недостаточно средств для создания полноценного, с точки зрения используемых аппаратных ресурсов, макета ИС, или же масштабы ИС не позволяют сделать такой макет, рекомендуется продумать и составить разумный минимум использования аппаратной базы для САЦ.

9. При создании САЦ должен использоваться принцип интеграции с результатами получения данных о «проблемах» ИС от различных подсистем ИС и ОДП.

Например, необходимо собирать и структурировать статистику отказов, сбоев и прочих проблем узлов и элементов ИС от сервисных центров, ОДП и др. Проработать форматы автоматизированного ввода статистики в САЦ для оперативного ввода данных.

Необходимо собирать все данные о влияниях катастрофического характера, а также мерах противодействия им, и наполнять базу знаний по истории «проблем» ИС.

Литература

1. Ваганян О. Г., Ваганян Г. А., Блеян В. Ю. Методология проектирования и использования ситуационных центров на основе сбалансированной системы показателей в управлении образованием // Телекоммуникации и информатизация образования. М., 2006. № 4, июль–август.
2. К. В. Лисица. Эффективность и особенности применения ситуационного центра в ОАО «РЖД» с. 34–36 // Информационно-аналитические средства поддержки принятия решений и ситуационные центры: Материалы научно-практической конференции, РАГС 28–29 марта 2005 года / Под общ. ред. А. Н. Данчула. М.: Изд-во РАГС, 2006. 326 с.
3. Технические предложения по созданию резервно-моделирующего центра КСА ЦИК. Отчет о научно-исследовательской работе разработка технологий и средств повышения катастрофоустойчивости ГАС «ВЫБОРЫ» (Календарный план выполнения научно-исследовательской работы «Разработка технологий и средств повышения катастрофоустойчивости Государственной автоматизированной системы Российской Федерации „Выборы“» п. 1.10 (Приложение № 2 к Государственному контракту № 37/2П-2006 от 14.07.2006 г.)).
4. Технология системного моделирования / Е. Ф. Аврамчук, А. А. Вавилов, С. В. Емельянов и др.; Под общ. ред. С. В. Емельянова и др. М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. 520 с.