УДК: 658.012.23

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ

ИРВИНГ ВЛАДАВСКИ-БЕРГЕР
http://blog.irvingwb.com/blog/2012/05/systems-thinking-safety-and-risk-management.html

Финансовые рынки рассматриваются как сложные социотехнические системы, требующие выхода за пределы аналитических методов управления.

***Ключевые слова**: финансовые рынки, социотехнические системы, риски, безопасность.*

Несколько недель назад я участвовал в конференции по *защите финансовых рынков в грозовые времена (*Protecting Financial Markets in the Age of the Cloud). За круглым столом собралась группа (состоящая в основном из финансовых экспертов, с вкраплением подобных мне специалистов по информационным технологиям), чтобы обсудить, как лучше регулировать финансовые рынки в нашем быстро меняющемся, тесно взаимосвязанном, сложном, компьютеризованном мире.

Несколько участников отметили быстрый за последнее десятилетие рост объёмов и скоростей биржевых операций с ценными бумагами – high-frequency trading*) – как пример происходящих процессов, грозящих увеличением волатильности и системных рисков на финансовых рынках. Они упоминали flash crash*, крах на Нью-Йоркской бирже 6 марта 2010 г. как не совсем понятное событие, повторение которого может ли-

---

*) Здесь и далее термины, отмеченные звёздочкой * , подробно разъясняются статьями под такими же названиями в Википедии. – *Прим. перев.*

шить финансовые рынки стабильности и общего доверия, необходимых для успешного функционирования. А один из участников круглого стола выразил убеждение, что в ближайшие годы произойдёт ещё один крупный кризис, подобный глобальному финансовому кризису 2008 г. (global financial crisis *).

Под конец круглого стола модератор попросил нас поразмышлять о возможных рычагах воздействия на финансовые системы с целью повышения их устойчивости и сопротивляемости новому кризису. Можно ли сделать это мелкими, эволюционными мерами безопасности или необходимы крупные новые мероприятия? Может ли отрасль самостоятельно осуществить необходимые меры или потребуется серьёзное вмешательство правительств?

Есть ряд очень сложных и важных вопросов, на которые нет простых ответов. Обычно наши ответы отражают наше положение на шкале консервативно-либеральных ценностей. Моя личная точка зрения сформировалась благодаря интересу к сложным инженерным системам (engineering systems*), в частности, к системам, части которых связаны компьютерными сетями; в таких системах главную роль в их структуре и функционировании играет программное обеспечение; кроме того, такие системы включают не только технику, но и людей, и информацию.

Финансовые системы являются примером таких сложных инженерных систем. Поэтому я полагаю, что многие результаты исследований и разработок таких систем могут пролить свет и на то, как совершенствовать управление финансовыми системами.

В индустриальной экономике прошлого века мы научились строить весьма изощрённые физические объекты типа аэропланов, автомобилей, небоскрёбов и микропроцессоров. Мы постепенно повышали качество и безопасность этих физических объектов, используя разнообразные инженерные методы. К числу таких методов относятся: иерархическая декомпозиция системы на отдельные функциональные модули и компоненты; максимально возможное повышение надёжности каждого из компонентов и функциональных модулей; использование чётко определённых процессов для сборки системы и обеспечения её работы; обширное моделирование поведения компонентов, модулей и всей системы; непрерывный мониторинг качества и постоянные усовершенствования.

Такой подход к проблемам качества и безопасности хорошо работает применительно к системам, относительно стабильным и детерминистским (deterministic *), будущее поведение которых можно рассчитать, поскольку такая система всегда одинаково откликается на одно и то же входное воздействие. Однако такой подход не срабатывает применительно к сложным системам, состоящим из множества взаимосвязанных и взаимо-

действующих разнородных компонентов и замысловатых организаций. Такие системы, в результате многочисленных взаимодействий их разных частей, демонстрируют динамичное, непредсказуемое поведение.

Большинство сложных, интенсивно компьютеризованных систем попадают в эту категорию. В последние десятилетия компьютеризованные системы с мощным программным обеспечением постоянно использовались в проектировании сложных машин, включая самолёты и автомобили. И сегодня всё более хитроумные интеллектуальные системы (smart systems *) используются во всё большем числе различных отраслей, включая управление энергетикой, транспортом и планирование городов.

Программируемые компьютеры позволяют нам проектировать системы с практически неограниченными возможностями. Но в результате такие системы демонстрируют такой уровень сложности, который выходит за пределы нашей способности понять их и управлять ими. Сама гибкость программ означает, что все взаимодействия между разными компонентами невозможно спланировать, предвидеть или протестировать. Это приводит к тому, что, даже если все компоненты высоко надёжны, могут появиться проблемы, если произойдёт редкое сочетание взаимодействий, нарушающее поведение и безопасность всей системы.

Социотехнические (Socio-technical *) системы не только интенсивно компьютеризованы, но имеют в своём составе технику и людей. В таких системах действуют не только программные и аппаратурные комплексы, но и подсистемы с гораздо более сложным поведением – отдельные люди, учреждения и организации. Мы создаём всё больше таких социотехнических систем в разных областях – здравоохранении, образовании, финансах и управлении обществом.

Каковы возможности управления рисками, присущими проектированию и использованию таких сложных, интенсивно компьютеризованных, социотехнических систем? Как эксплуатировать спроектированную нами систему, проявляющую непредвиденное и нежелательное поведение? Как сделать такие системы как можно более безопасными?

Из того, что я знаю, лучшей работой на эту тему является книга Нэнси Левесон (Nancy Leveson), профессора аэро- и астронавтики и инженерных систем Массачусетского технологического института. Профессор Левесон – ведущий специалист в области техники безопасности в высокосложных системах. Недавно вышла её новая книга Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety * («Проектирование более безопасного мира: Применение системного мышления к проблемам безопасности»). В Предисловии она пишет:

«Инженерный мир переживает техническую и технологическую революцию, в то время как базовые инженерные методы, применяемые в

практике надёжности и безопасности, такие как анализ дерева дефектов (fault tree analysis, FTA), анализ типов неисправностей и последствий (failure modes and effects analysis, FMEA), изменились очень мало. Редкие системы сейчас создаются без цифровых компонент, работающих совершенно иначе, чем заменённые ими чисто аналоговые схемы. К тому же сложность наших систем и среды, в которой они действуют, тоже чрезвычайно изменилась. Старые методы безопасности, разработанные для более простого аналогового мира, утрачивают свою эффективность, поскольку изменяются причины неполадок.

Вот уже двадцать лет я наблюдаю, как инженеры в промышленности стараются применять старые методы к новым компьютеризованным системам, тратя огромные усилия и добиваясь незначительных успехов. И это при том, что инженеры могли бы не сосредоточиваться только на технических проблемах, а учитывали бы социальные, управленческие и даже политические факторы, когда требуется существенно сократить потери».

Классические подходы к надёжности предполагают, что аварии происходят из-за поломок деталей, либо из-за человеческих ошибок. Поэтому считается, что изготовление очень надёжных компонентов, внедрение надёжных, устойчивых к неполадкам технологий и составление запасных планов действий на случаи аварий, позволят предотвращать несчастные случаи. Подобным же образом считается, что поощрение людей за безопасное поведение и наказание за небезопасное уменьшает или значительно сокращает число несчастных случаев. Все эти предположения не применимы к сложным социотехническим системам.

Например, в технике всегда считалось, что «*безопасность возрастает при увеличении надёжности системы и её компонент. Если части системы не ломаются, то и аварии не происходят».* Но, пишет Левенсон, «…это не так. Безопасность и надёжность – это разные качества. Из одного не следует другое».

Физическая или организационная сложная система может быть надёжной, но не безопасной. По мере нарастания сложности системы в ней возникают и такие взаимодействия между её компонентами, которые не предусматриваются её проектом. Аварийные ситуации могут возникать из-за непредвиденных взаимодействий частей, каждая из которых работает в полном соответствии со своим назначением.

С другой стороны, система может быть безопасной, несмотря на ненадёжность компонент, – если система соответствующим образом спроектирована и эксплуатируется. Это требует учитывать безопасность уже на стадии проектирования (at *the design stage**), а не надеяться на то, что система будет безопасной, если надёжны все её элементы. Это потребует

моделировать поведение системы в целом, отыскивая способы исключения или сокращения числа небезопасных обстоятельств.

В социотехнических системах обычно происходят сложные взаимодействия между людьми и техникой. Мы во всё большей степени можем автоматизировать в системе простые, часто повторяющиеся операции, предоставляя людям возможность сосредоточиться на решениях более высоких уровней, в том числе на действиях в исключительных случаях. Таким образом, люди совместно с автоматами осуществляют общее управление системой. Такой подход обычно ведёт к значительному повышению производительности и качества. Однако это также может приводить к непредвиденным случаям нового типа, которые возникают из-за ошибок оператора.

В то время как надёжный механизм всегда выполняет одинаковым образом предназначенную ему функцию, люди действуют иначе. На деле однозначно определённые функции автоматизируются, а людям оставляются те операции, которые требуют суждений. Они должны собирать доступную информацию, оценивать природное и социальное окружение и выбирать наилучшее решение. При этом они обычно не просто следуют строго определённым процедурам, а действуют так, как считают нужным. И если принятое решение привело к аварии, его считают *ошибкой оператора,* поскольку не было соблюдено определённое правило.

Левесон доказывает, что более внимательное рассмотрение многих аварий, виной в которых считались ошибки оператора, неизменно обнаруживало влияние других факторов. Часто очень трудно отделить погрешность проекта от ошибки оператора, особенно в высокоавтоматизированных системах, где поведение оператора сильно зависит от проекта системы и рабочих процедур. Более того, руководства и инструкции к системе не содержат информацию, необходимую оператору для срочного эффективного выхода из возникшей опасной ситуации.

Недавно развёрнутые исследования сложных инженерных систем нацелены на оказание помощи в создании более производительных и более безопасных систем. Я считаю, что именно такие исследования необходимы и для повышения эффективности управления рисками в наших всё более сложных финансовых системах. Чем глубже мы поймём причины системных финансовых нестабильностей, тем лучше мы сможем разработать предупредительные меры против возможного нового кризиса.

Комментарий Хэнка Беннета: Ирвинг, я склонен согласиться с тем участником круглого стола, который предсказывал новый крах в ближайшие годы. История гласит, что периоды с очень большим разрывом между зарплатами высших руководителей и рядовых работников корпораций, в сочетании с недостаточным регулированием финансовых рынков, явля-

ются периодами чрезвычайной волатильности рынка. Именно это происходило непосредственно перед крахом 1929 г., с которого началась Великая Депрессия; то же самое было и накануне так называемой «Великой рецессии». Это происходит и сейчас, и одного этого достаточно, чтобы уверенно предсказать, что нас ожидает новый крах, и, возможно, намного более серьёзный, чем предыдущий!

Posted on May 07, 2012 at 06:00 AM in Complex Systems, Economic Issues, Innovation, Political Issues, Smart Systems, Society and Culture, Technology and Strategy | Permalink