

СИНЕРГЕТИКА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ

Макалада заманбап шаарлардын көчө-жол тутумдарындагы жол кыймылын башкаруу системасында синергетиканы колдонуунун негизги жоболору каралган.

В статье рассмотрены основные положения использования синергетики в системе управления дорожным движением на улично-дорожной сети современных городов.

This article is about utilization synergetics in system of traffic direction on street road contemporary cites.

Транспортные потоки и системы управления дорожным движением на улично-дорожной сети современных городов относятся к сверхсложным системам. Процессы, которые происходят в транспортных потоках, во многих случаях уже не поддаются традиционным программированным методам регулирования, так как в них доминируют стохастическая динамика и нелинейность. Внутри транспортных потоков появляется множество необъяснимых фактов «спонтанного» образования сложных динамических структур, что ограничивает возможность моделирования и прогнозирования последствий подобных явлений. В 1986 году Джеймс Лайтхил, ставший позже президентом Международного союза чистой и прикладной математики, сделал следующее поразительное заявление: он извинился от имени своих коллег по Международному союзу за то, что «в течение трех веков образованная публика вводилась в заблуждение апологией детерминизма, основанного на системе Ньютона, тогда как можно считать доказанным, по крайней мере с 1960 года, что этот детерминизм является ошибочной позицией».

Моделирование сверхсложных системных процессов приводит к необходимости оперировать большой совокупностью таких ключевых слов, как система, системная открытость, системная динамика, горизонтальная и вертикальная интегрированность, многокритериальность, процессность, недетерминированность, нестационарность, нелинейность, адаптивность, качество, проектность, инновационность, риски и т.д. Все

перечисленные ключевые слова особенно характерны для проектов управления транспортными потоками на урбанизированных территориях.

При объяснении возникающих динамических непонятных явлений выдвигались гипотезы, что в подобных случаях действуют некие механизмы, определяющие эволюцию системы /1/. Из наблюдений также становилось видно, что «не только система определяется элементами, но и необходимость в существовании элементов и их взаимодействие определяются системой». Из этого следует, что существующие свойства и классические определения системы чрезмерно упрощают суть происходящих процессов. Одно из обязательных требований в системных исследованиях «очертить границы системы», абстрагируясь от влияния внешней среды на систему, затрудняет объяснение во многих случаях поведение системы, которое, как выяснилось, определяется как внешней, так и внутренней средой. Было установлено, что процессы, особенно в сверхсложных социально-экономических, экологических и организационно-технических системах, как правило, имеют нелинейный характер. Погоня за линеаризацией моделей описания поведения системы приводит к упрощенным решениям, исключаям суть явлений. В связи с этим и многими другими подтвержденными фактами, которые зарегистрированы экспериментально, возникла необходимость «понятийного воссоединения всего этого многообразия порой противоположных представлений и суждений о противоречивой реальности» на междисциплинарном уровне изучения сложных систем, состоящих из множества элементов, которые взаимодействуют между собой нелинейным образом. Как отмечается многими исследователями, нелинейный мир отличается от привычных для классической науки закономерностей и все реальные системы, как правило, открыты и нелинейны. Закрытость и линейность «есть исключение из правила, следствие искусственного и неправомерного упрощения действительности» /2/.

Отмеченные явления учеными определяются, как «новая парадигма», получившая название «синергетика». В отличие от традиционных областей науки синергетику интересуют общие закономерности эволюции (развития во времени) систем любой природы. Автором этого названия является Герман Хакен /3/. Синергетика как новая научная парадигма опирается на три основные идеи: нелинейность, открытость и диссипативность /3, 8/.

Диссипативность понимается следующим образом: «если допустимо не единственное состояние системы, а целая совокупность состояний, согласных с законами сохранения и связями, наложенными на систему, то реализуется то состояние, которому соответствует минимальное рассеяние энергии, или, что то же самое, минимальный рост энтропии» /4, 5/. Применительно к транспортному потоку рассеяние энергии

упорядоченного движения транспортных средств происходит в моменты вынужденного снижения скорости при торможении или остановке транспортных средств.

«Синергетика (от греч. *synergetikos* – совместный, согласованный, действующий) – это научное направление, которое изучает связи между элементами структуры (подсистемами), образующимися в открытых системах (биологических, физико-химических и других) благодаря интенсивному (потокowому) обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях. В таких системах наблюдается согласованное поведение подсистем, в результате чего возрастает степень ее упорядоченности, т.е. уменьшается энтропия (самоорганизация). Основу синергетики составляют термодинамика неравновесных процессов, теория случайных процессов, теория нелинейных колебаний и волн» /6/.

Можно констатировать, что возникает новая теория рождения информации из динамического хаоса и, как отмечает В.Г.Буданов, «Синергетика как метадисциплина понимается как то, что пришло на смену системному и кибернетическому подходам. Синергетика – это не философия, это проектная, познавательная практика» /7/.

Сам Герман Хакен, говоря о синергетике, отмечает, что она «не обладает неизменным атрибутом науки – прогностической силой, развивается не интенсивно, а экстенсивно».

Траектория системы в процессе своего развития достигает некоторой точки в количественном измерении, и наступают моменты качественного, как бы мгновенного, изменения исходной системы, которые называются бифуркациями состояния, с последующим изменением и самой структуры. Происходит перерождение и возникновение нового качества исходной системы, именуемые как «катастрофы». Возникновение нового качества происходит на основании усиления малых случайных флуктуаций элементов. Подобной малой флуктуацией в транспортном потоке может быть поведение отдельного водителя транспортного средства. Водитель транспортного средства в процессе дорожного движения является элементом нижнего уровня в иерархии транспортной системы. Поведение водителя транспортного средства в определенных условиях приобретает явно выраженный нелинейный необъяснимый и непредсказуемый характер. Что побуждает его к подобному поведению, какие причины внутреннего и внешнего воздействия являются «спусковым крючком» или это действие скрытых до поры не проявивших себя внутренних системных факторов, как например, психологический тип водителя транспортного средства, его опыт или система подготовки, является предметом глубокого исследования. Незначительное отклонение от установленных правил дорожного движения особенно в транспортном потоке большой

плотности приводят к качественному изменению всей дорожно-транспортной ситуации и довольно часто к тяжелым катастрофическим исходам.

Особой точкой является точка бифуркации, характеризующаяся существованием множества возможных структур, в пределах которых открывается перспектива дальнейшего развития сложной системы. При этом Дж. Максвелл подметил, что чем выше уровень организации системы, находящейся в неравновесном состоянии, тем больше таких точек. Следовательно, сложные системы в своем развитии должны проходить целый каскад таких точек бифуркаций. Далее в своих рассуждениях он отмечал, что «в этих точках воздействия, физическая величина которых слишком мала для того, чтобы существо конечных размеров принимало их во внимание, могут приводить к необычайно важным последствиям. Всеми результатами человеческой деятельности мы обязаны искусному использованию таких особых состояний, когда такая возможность представлялась». В этом состоянии система как бы «колеблется» перед выбором будущего, «прощупывает» собственное пространственное состояние, «блуждает» по полю путей развития.

Отсюда следует, что эволюция системы в критической области определяется тенденциями грядущего порядка. Будущее состояние системы как бы притягивает, организует, формирует наличное ее состояние.

Особенно важным в синергетике является эффект организации и самоорганизации, в котором некоторые ученые видят основной смысл всего понятия синергетики. Эффект организации особенно явно проявляется в системе управления транспортными потоками при наличии систем управления дорожным движением, которые являются элементами дорожно-транспортной системы. Организация в этом случае, в отличие от самоорганизации характеризуется образованием однородных стабильных транспортных потоков.

Процессы самоорганизации в транспортных потоках обусловлены как внутренними индивидуальными и коллективными свойствами и проявлениями участников дорожного движения, а также и воздействиями со стороны среды, в которую «погружена» система управления дорожным движением. Поведение элементов, подсистем и системы управления транспортными потоками в целом существенным образом характеризуется случайностью. Процессы самоорганизации и дезорганизации в системе управления дорожным движением происходят в среде одновременно и могут в отдельные моменты как доминировать над последними (прогресс), так и уступать им (регресс). При этом система в целом может иметь устойчивую тенденцию или преодолевать случайные вариации в сторону эволюции либо в сторону деградации и распада структуры

транспортного потока, например, заторов или ДТП, возникшей ранее в результате процесса организации.

Устойчивость и любое другое состояние системы определяется порядком. Порядок в физической, экологической, экономической и любой другой системе может быть двух видов: равновесный и неравновесный. При равновесном порядке, когда система находится в равновесии со своим окружением, параметры, которые ее характеризуют, одинаковы с теми, которые характеризуют окружающую среду, а при неравновесном порядке они различны. Этим параметром является «параметр порядка», который тесно связан с принципом подчинения. В общем случае параметром порядка называется та переменная, через которую можно выразить все остальные, что и возможно в случае действия принципа подчинения. Понятие «параметр порядка» определяется Г. Хакеном следующим образом: «В общем случае параметрами порядка мы будем называть величины или (на языке физики) моды, если они подчиняют себе другие подсистемы».

Считается, что параметры порядка – это долгоживущие коллективные переменные, задающие темп течения времени среднего Макро-уровня. Сами они образованы и управляются быстрыми, короткоживущими переменными, задающими темп, лежащего ниже Микро-уровня. Быстрые, короткоживущие переменные ассоциируются для Макро-уровня с бесструктурным хаотическим движением (поведение некоторых водителей транспортных средств в потоке), неразличимым в деталях на Макро-уровне. Вышележащий над Макро-уровнем - Мега-уровень образован сверхмедленными «вечными» переменными, которые выполняют для Макро-уровня роль параметров порядка (состояние транспортных коммуникаций, парк транспортных средств города). Изменения управляющих параметров способны вызвать катастрофические, т.е. большие скачки в состоянии системы, и эти скачки осуществляются практически мгновенно.

Основная идея, которая выдвигается синергетикой, заключается в том, что сложные системы качественно меняют свое макроскопическое состояние в результате изменений, происходящих на микроуровне. Эти изменения недоступны для непосредственного наблюдения, но их совокупный результат доступен для наблюдения и описывается управляющими параметрами системы. При критическом значении этих параметров система переходит в новое макроскопическое состояние. Установить связь между невидимыми изменениями на микроуровне и видимыми изменениями на макроуровне, так же, как и определить критические значения управляющих параметров из чисто абстрактных, теоретических соображений, не представляется возможным. Поэтому, как правило, прибегают к конкретному исследованию сложноорганизованных систем с помощью наблюдений или экспериментов.

Следующим важным свойством синергетики является когерентность (кооперативность). Когерентность можно интерпретировать обобщением таких понятий, как корреляция, кооперативность, синхронизация, фазировка и т.п. Важным является то, что «одна и та же суть когерентных явлений может быть описана с разных сторон самыми различными физическими, математическими и статистическими методами». Когерентность в синергетике трактуется как синоним макроскопического «порядка», возникающего благодаря самоорганизационным процессам. Однако в состоянии равновесия этот порядок возникнуть не может. Таким образом, основным условием возникновения когерентности является неравновесность и нелинейность самоорганизующихся систем /9/.

Поведение неравновесной системы, близкое к точкам неустойчивости, полностью зависит от поведения параметров порядка, например, плотности транспортного потока. Так как параметры порядка играют доминирующую роль в системе, то они «подчиняют» ее отдельные части и определяют поведение этих частей. Связь между параметрами порядка и отдельными частями системы называется принципом подчинения. С определением параметров порядка поведение системы можно считать описанным на определенных интервалах временной траектории или этапах развития. Отпадает необходимость оценки поведения системы посредством описания отдельных ее частей, достаточно описывать поведение только параметров порядка. Отдельные части, в свою очередь, сами генерируют параметры порядка своим коллективным поведением. Это называется круговой причинной связью. В технических системах такая круговая причинная связь известна как обратная связь. В системе управления дорожным движением обратная связь реализуется за счет адаптивных свойств системы.

Следующее понятие, используемое в синергетике, – это управляющий параметр, который может быть представлен как одиночным, так и несколькими управляющими параметрами. Их количество фиксировано и налагается на систему извне – управляющие параметры не меняются по мере изменения системы. Примером снова может быть средняя интенсивность транспортного потока. Следует ожидать, что поведение отдельных транспортных средств может быть совершенно разным в зависимости от плотности потока.

Синергетика фокусирует свое внимание на тех ситуациях, в которых поведение системы изменяется качественно при изменении управляющих параметров. Как изменится движение транспортных средств и пешеходов, когда плотность их потоков внезапно увеличится? И изменится ли оно качественно вообще?

Как уже отмечено выше, существуют точки воздействия, «физическая величина которых слишком мала» и по причине их малости им не уделяется внимания на определенном этапе принятия управленческого решения, что потом приводит к необычайно важным последствиям. Подобной «незаметной» в транспортном потоке единицей является водитель транспортного средства с его психологией управления. Психология отдельного водителя транспортного средства на фоне управления транспортным потоком является, как отмечено в работе /10/, «слабым сигналом бифуркации», который необходимо диагностировать на ранних фазах развития процессов дорожного движения в городе. Слабым сигналом и является психологический тип водителя транспортного средства. Управление по слабым сигналам требует разработать механизм управления и распознавания будущих проблем. Распознать в какой-то мере вероятные проблемы, связанные с безопасностью дорожного движения, можно уже на этапе обучения водителей транспортных средств, что потребует дальнейшего совершенствования системы их подготовки в соответствующих учебных заведениях.

Список литературы

1. Назаретян А.П. Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории: Синергетика – психология – прогнозирование. – М.: Мир, 2004.
2. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Интуиция как самодообраивание // Вопросы философии. – 1994. – № 2. – С.111.
3. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980.
4. Моисеев Н.Н. Козволюция человека и биосферы: Кибернетические аспекты // Кибернетика и ноосфера. – М.: Наука, 1986.
5. Моисеев Н.Н. Логика универсального эволюционизма и кооперативности// Вопросы философии. – 1989. – № 8. – С. 55.
6. Данилов Ю.А., Кадомцев Б.Б. Что такое синергетика? // Нелинейные волны. Самоорганизация. – М.: Наука, 1983.// <http://www.iph.ras.ru/~mifs/dan.htm>.
7. Буданов В.Г. Синергетические аспекты информационных кризисов и культура // Философия и наука. – М.: ИФ РАН, 1996 .
8. Хакен Г. Основные понятия синергетики // Синергетическая парадигма. –М.: Прогресс-Традиция, 2000. – С.28-56.
9. Шевлоков В.А. Синергетика: Уровни и способы описания сложных эволюционирующих систем: Философско-методологический анализ. – Нальчик: Книга, 1999. – 172 с.

10. Парахина В.Н., Федоренко Т.М. Необходимость использования синергетики в определении возможностей развития системы городского пассажирского транспорта
[//http://www.ncstu.ru](http://www.ncstu.ru)