

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОЦЕНОК КАЧЕСТВА УСЛУГ АБОНЕНТАМИ

А.В. Косенко, аспирант МТУСИ, roselines@yandex.ru

УДК 681.5

Аннотация. Разработана модель управления качеством мобильных сетей связи, решающая вопросы функциональных барьеров между подразделениями внутри оператора связи, и учитывающая влияние известных внешних факторов, на которые оператор связи прямо влиять не может, а также факторов, которые еще не известны, но уже оказывают воздействие на функционирование оператора. Предложена модель инструмента для интегральной оценки качества услуг мобильных операторов на основе виртуальных структур из абонентов, оказывающая управляющее влияние на операторов связи.

Ключевые слова: качество управления; вектор цели; вектор текущего состояния; вектор ошибки; объемлющая структура; структурный и бесструктурный способы управления; виртуальная структура; интегральная оценка качества абонентами.

QUALITY MANAGEMENT OF MOBILE COMMUNICATION NETWORKS BASED ON INTEGRATED ESTIMATES OF SERVICES QUALITY BY SUBSCRIBERS

Alexey Kosenko, graduate student MTUCI

Annotation. A model for managing the quality of mobile communication networks has been developed which solves the problem of functional barriers between departments within the telecoms operator, taking into account the influence of known external factors on which the communication operator can not directly influence, as well as taking into account factors that are not yet known, but which already influence the operation of the operator. The model of the tool for the integrated assessment of the quality of mobile operators' services based on virtual structures from subscribers is offered which has a controlling effect on telecom operators.

Keywords: quality management; target vector; current state vector; error vector; ambient structure; structural and non-structural methods of management; virtual structure; integral quality assessment by subscribers.

Любой процесс подразумевает управление. Что такое управление и какие бывают теории управления?

Управлять – это значит достигать заданной цели. Достигнуть цели можно и без всяких теорий, используя только здравый смысл. Для сложных задач, когда еще не хватает меры понимания о том, как управлять объектом, хорошим подспорьем является методика, и всякая теория управления задает структуру постановки и решения управленческих задач. Структура – это набор понятий и связей между ними, которыми оперируют теории. Разные теории позволяют решать некоторое подмножество задач. Например, есть теории, позволяющие хорошо решать класс задач автоматического управления в технике. Для решения задач более широкого круга задач, связанных с функционированием целой отрасли, хорошо подходит общая теория управления, выполняющая кроме методической функции, функцию междисциплинарного языка общения для сложных проектов, охватывающих множество узкоспециализированных сфер деятельности, входящих в отрасль, когда специалисты в соседних отделах одного предприятия подчас не понимают друг друга.

Рассмотрим основные термины теории управления.

Цель управления можно рассматривать как набор параметров или другими словами **вектор цели**, которым должно удовлетворять течение процесса. Для успешного управления,

кроме цели, необходимо знать **вектор текущего состояния** управляемого процесса. **Качество управления** будет определяться **вектором ошибки управления**:

$$\{\text{цель}\} - \{\text{текущее состояние}\} = \{\text{ошибка управления}\} \quad (1):$$

Схемы систем управления:



Рисунок 1

На рис. 1 изображена закрытая система управления с замкнутой обратной связью, которая не учитывает влияние внешней среды.

Для повышения качества управления Субъект управления должен учитывать влияние (давление) внешней по отношению к системе **СРЕДЫ** (рис. 2.), то есть тех факторов, которые не поддаются прямому управлению субъектом, но влияют как на субъект, так и на объект управления, и как следствие, на весь результат управления, внося дополнительные ошибки в результат.

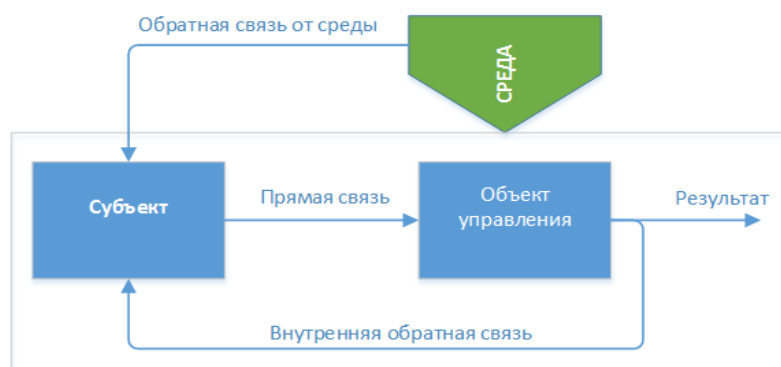


Рисунок 2

Внешней средой могут быть воздействия других субъектов управления, находящихся на одном или более высоком уровне иерархии по отношению к рассматриваемой системе, воспринимаемые субъектом как случайные воздействия (случайность – это непознанная закономерность).

Как только субъект выделяет некий фактор среды, по отношению к которому возникает потребность (зачем это нужно) в управлении, концепция (как это делать – выраженное словами или алгоритмами) и вектор цели управления (конкретно в чем измерять результат) – этот фактор среды автоматически становится объектом управления, по отношению к которому субъект управления применяет прямую связь для получения необходимого ему результата, то есть, осуществляет управление этим новым объектом. На рис. 3 показана схема управления телекоммуникационной сетью.

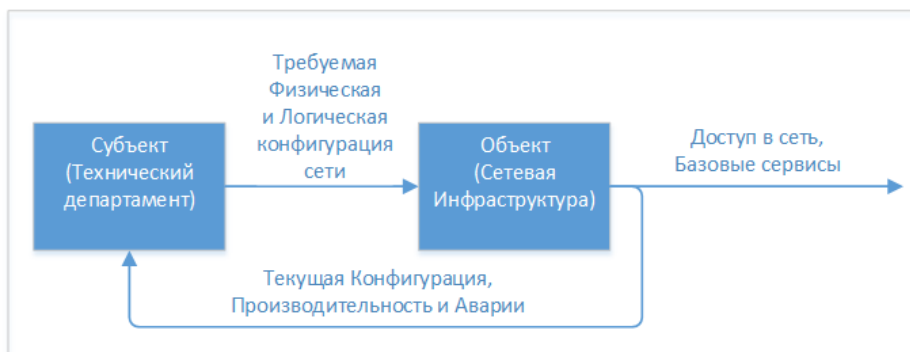


Рисунок 3

Рассмотрим закрытую систему управления телекоммуникационной сетью (нет воздействия внешней среды). Субъект управления – Технический департамент, объектом управления является Сетевая инфраструктура (рис. 3).

Для вхождения в управление необходимо определить вектор цели – это набор тех частных целей (параметров), которые хочет достигнуть субъект управления. Все параметры должны быть метрологически состоятельными – то есть, иметь конкретную меру или измеряемы. Параметры должны быть проранжированы по порядку приоритета значимости – чем меньше номер, тем выше приоритет. Чем ниже приоритет, тем скорее субъект может отказаться от реализации частной цели (одного из параметров в векторе) в случае невозможности ее достижения.

Выбор параметров и их приоритезация – субъективный выбор управленца (субъекта). Ведь из списка может выпасть объективно необходимый параметр, без которого возможен срыв управления или выбрана неверная приоритезация.

Всего существует два динамических режима системы: маневр (слабый и сильный) и балансировочный режим. (рис. 4.)

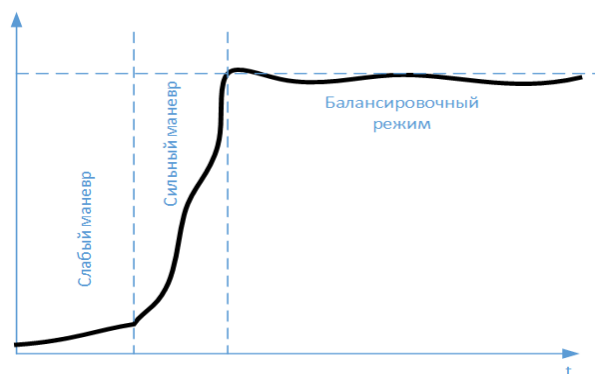


Рисунок 4

Слабый маневр может соответствовать, например, строительству сети в «чистом поле», Сильный маневр – фазе активного набора абонентской базы и быстрого развития сетевой инфраструктуры, а балансировочный режим – зрелому рынку, когда идет борьба за каждого абонента. Разным динамическим режимам будут соответствовать разные приоритеты. На этапе развертывания сети – покрытие, на этапе активных подключений – ее способность вынести быстрорастущую голосовую нагрузку, на этапе зрелости – удержание стабильного роста параметров сервисов передачи данных.

В табл. 1. приведен пример вектора целей Технического департамента на этапе слабого маневра – развертывания новой сети в регионе.

Таблица 1.

№	Вектор цели
1	Количество новых БС, шт
2	Покрытие по уровню – 85 дБм, %
3	Отказы по голосу, %
4	Средняя скорость передачи данных, Кб/с

Вектор текущего состояния показывает объективное состояние системы в текущий момент и дает нам информацию об ошибке управления.

Однако измеренное текущее состояние может содержать и ошибку, связанную, например, с неправильной методикой расчета покрытия или алгоритмом расчета средней скорости, которую выдают системы мониторинга сети. Более того, практика показывает, что для качества управления объективность вектора текущих значений носит важное значение, так как ошибки в системах мониторинга сетевых элементов сетей операторов носят системный характер. Примеры ошибок – сбои в системах хранения уже собранных данных, когда пропадают массивы данных за длительные периоды, несанкционированное изменение формул расчета в обрабатывающих модулях систем мониторинга, изменение алгоритмов работы счетчиков параметров после обновления программного обеспечения на сетевых элементах, смена аппаратного и программного обеспечения при заменах оборудования на новое, приводят к большим ошибкам в оценке текущего состояния и в итоге к срыву управления вплоть до потери доли рынка.

Управленец должен учитывать эти моменты в своей деятельности, для этого проводить периодические аудиты методического обеспечения систем предикции и мониторинга, тестировать новое ПО для сетевых элементов на предмет адекватности показателей производительности и находить возможности получать значения показателей косвенным путем, например, измерять среднюю скорость передачи данных, используя внешние измерительные комплексы или дополнительные возможности радиоподсистемы и соотносить с аналогичными данными, полученными со стороны сетевых элементов. По возможности использовать одни и те же инструменты для получения текущих значений – тогда объективная ошибка текущих значений будет меньше влиять на принятие управленческих решений.

Мы сильно улучшим качество нашего управления, если помимо информации из внутренней обратной связи (информация из сетевых элементов), организуем получение и обработку технической текущей информации обратной связи из внешнего контура со стороны абонентов и их терминалов (рис. 5).

Со стороны абонентов мы можем добывать информацию: производя драйв тесты, используя специальные измерительные комплексы. Это очень популярный способ измерений сети, и сейчас используется уже 4-е поколение измерительных комплексов, суть которого в использовании терминалов со стандартными мобильными операционными системами с минимальным изменением программного обеспечения для точной автоматической эмуляции поведения абонента при просмотре роликов, блужданиях по сайтам и переписке в социальных сетях. Недостатки драйв тестов – высокая стоимость и длительность обработки данных для получения текущих значений, плохая повторяемость, а именно, возникает большая ошибка от раза к разу из-за сложной повторяемости маршрута, с учетом разной нагрузки на сеть от

времени суток. Но это хороший и почти единственный способ для оператора сделать своё сравнение сетей конкурентов. Это сравнение будет объективным – ведь измерения конкурирующих сетей производятся одновременно по одному и тому-же маршруту.



Рисунок 5

Также существует способ сбора данных путем установки программных агентов в виде приложений на смартфоны обычных пользователей, которые осуществляют сбор некоторой информации о производительности сети. Это делается в международном масштабе, и операторы изредка покупают информацию у поставщиков таких услуг с целью сравнения с сетями конкурентов в маркетинговых целях.

А для сетей 3G, 4G почти все производители базового оборудования дают возможность включить опцию сбора информации (трэйс файлы) в радиоподсистеме со стороны терминала по каждому звонку (голосовому или дата), каждого абонента, включая некоторые показатели качества работы радиоинтерфейса, производительности, событий и пр. Это инструмент позволяет в почти реальном времени (до 15 мин.) получать срез текущих параметров по всем абонентским терминалам в вашей сети с геопривязкой.

Наличие текущей информации в реальном времени позволяет говорить уже о возможности реализации Автоматической Системы Управления (АСУ) для самооптимизирующихся сетей: например, изменение физической конфигурации радиосети в часы наибольшей нагрузки и на протяжении суток путем автоматического изменения физических или электрических углов наклона диаграмм направленности антенн для 3G/4G сегментов сети по критерию минимум внутрисистемной интерференции и максимум нагрузки или автоматическая регулировка параметров распределения трафика передачи данных между технологиями 3G и 4G с целью максимальной утилизации совокупного частотного ресурса.

На рис. 6 изображена схема бизнеса оператора, где Технический департамент с сетевой инфраструктурой вложен в объемлющую управляющую структуру Коммерческого департамента более высокого порядка. А объектом управления этой «матрешки» будут уже абоненты:

(Тех департамент -> Сетевая инфраструктура и терминалы) = *Сеть оператора*;

(Коммерческий департамент -> Сеть оператора) = *Оператор*;

(Оператор -> Абоненты и потенциальные клиенты) = *Бизнес оператора*

У коммерческого департамента и ответственности больше: за набор абонентов, выручку, за правильную постановку задач Техническому департаменту. У Технического департамента – только обязанности: поддерживать требуемые показатели сети, уложившись в тот ресурсный бюджет, который ему выделен коммерсантами.



Рисунок 6

В табл. 2 представлен пример вектора целей, текущего состояния и ошибки.

Таблица. 2. Пример вектора целей, текущего состояния и ошибки.

№	Вектор цели	Вектор Состояния	Оценка ошибки и что делать
1	Покрытие по уровню -85 дБм, % должно соответствовать плану	Покрытие по уровню -85 дБм, 35%	Управляемый параметр! Отстает от плана по покрытию на 15%. Улучшить качество изысканных площадок. Больше платить за аренду, но в лучших местах. Скорректировать планы стройки. Взять еще подрядчиков
2	Количество абонентов, шт., должно соответствовать плану	Количество абонентов, 78800 шт.	Контрольный параметр 10 % недобор от плана. Устранить путем покрытия мест с потенциально высоким трафиком за счет уменьшения покрытия дорог. Согласовать решение с коммерсантами.
3	Отказы по голосу, % не должно превышать 2%	Отказы по голосу, 0,8 %	Контрольный параметр Сильно не превышает норму. Подтверждает слабую утилизацию.
4	Голосовая нагрузка на абонента, Эрл	Голосовая нагрузка в среднем на абонента 0,3 Эрл	Контрольный параметр Ниже плановой на 15%.
5	Утилизация загрузки оборудования должна быть в пределах от 70 до 85%	Утилизация загрузки оборудования, %	Контрольный параметр Сеть недогружена на 10% (Утилизирована только на 60%) Оборудование простаивает! Ставить БС в местах с потенциально высоким трафиком!
6	Средняя скорость передачи данных, Кб/с. Должен быть не меньше чем за предыдущий месяц (все время расти)	Средняя скорость передачи данных, 450 Кб/с	Контрольный параметр Накопленных данных за прошлый месяц еще нет. Только входим в управление
7	Расход Бюджета развития сети, не должен превышать план, %	Расход Бюджета развития сети, +5%	Контрольный параметр Бюджет перерасходован, -сейчас важно строить быстрее. Необходим дополнительный бюджет на аренду площадок. Готовить аргументацию

Итак, вернемся к вектору целей Технического департамента. Для проведения качественного управления он должен содержать цели объемлющего управления (коммерческого департамента), приоритеты соответствовать динамическому режиму (фазе развития сети) и учитывать давление внешней среды (конкуренты).

После согласования концепции управления с субъектом объемлющего управления, выявления дополнительных целей и факторов влияния, расстановки приоритетов и оцифровки получили новый вектор цели.

Вектор текущего состояния состоит из тех же контрольных параметров, что и вектор цели, но имеет большую размерность и содержит управляемые параметры – то на что управленец может влиять непосредственно (прямые связи), информационно связанные – те что можно пересчитать через известные соотношения, и свободные параметры – те что могут принимать любые допустимые значения. Данные для вектора текущего состояния аккумулируются из систем управления предприятием (управленческая информация), из систем мониторинга сети (обратная связь от сетевых элементов и терминалов), специальных измерений (драйвтесты) и возможно из свободных источников или инсайдеров конкурентов. Накопившаяся во времени информация дает управленцу прекрасную возможность увидеть динамику процесса управления и уже иметь статистику прошлого, чтобы планировать вероятность развития лучшего будущего.

Вектор ошибки. Если целей немного, то управленцу вполне можно проводить построчный анализ разнокачественной информации и отслеживать причинные связи для выявления истока ошибок и выработки мер по стабилизации процесса с учетом приоритета. Это конечно творческий процесс, требующий интеллекта, ведь ошибка измерена и ясны причины-следствия, кроме того, выявляются новые факторы среды, корректируется концепция управления и вектор цели, что повышает объективность управления и его качество.

Если есть необходимость оценить всю совокупность отклонений одним числом или дискретно (удовлетворительно/хорошо/плохо), то можно посчитать суммарный вектор в N -мерном пространстве или пронормировать и сложить с учетом веса каждого показателя. Но тогда на одно значение меры качества будут приходиться разные множества ошибок, а поскольку вектор ошибки иерархичен и соответствует иерархии целей управления, то для оценки лучше всего взять первый показатель – как наиболее важный.

Деталей деятельности Технического департамента, коммерческий департамент не различает – максимум что он знает – это сколько БС есть и где есть покрытие. Но это справедливо только, если подчиненная структура обеспечивает устойчивое управление в рамках требуемых параметров, т.е. работает в режиме самоуправления, в противном случае объемлющей структуре придется вмешиваться в управление вложенной системой. Для еще более высокоуровневой системы, например, акционеров или государства, бизнес оператора будет выглядеть как на рис. 7. Излишние подробности (детали структуры оператора) будут не нужны для целей управления этим укрупненным объектом, опять же пока вложенный субъект справляется с управлением системой в рамках допущений вектора ошибки (качества управления), определенных выше.

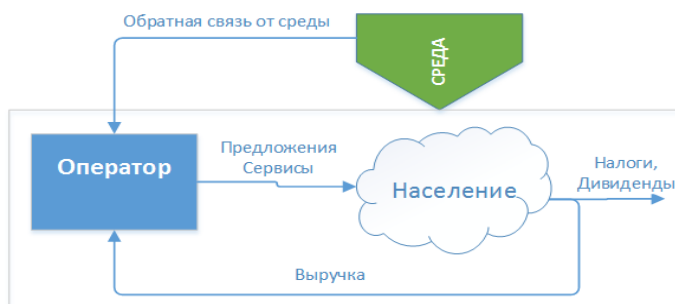


Рисунок 7

Концепция управления – это алгоритм управления вектором ошибок. Носителем этого алгоритма является материальная структура – совокупность элементов. Это структурный способ управления. Процессу управления предшествует процесс создания структуры. Если мы имеем качественные элементы, а структура имеет дефекты, то качество управления будет как минимум хуже, или возможна даже потеря управления. И наоборот, если мы имеем не очень качественные элементы, но при правильной структуре можно достичь приемлемого качества управления. В технике все задачи управления решаются структурным способом.

Совокупность аналогичных элементов образует *суперсистему*, если множество этих элементов отвечает следующим требованиям:

- может самоуправляться на основе той информации и алгоритмики, которая есть в его собственной памяти;
- способен воспринимать информацию и алгоритмы из внешней среды и от других элементов;
- способен выдавать информацию и алгоритмику во внешнюю среду и другим элементам.

При этом существует ненулевая вероятность того, что при пропуски информации-алгоритмических модулей через такую суперсистему некоторое подмножество элементов станет носителями таких модулей, сложатся в структуру, несущую эту алгоритмику и начнут самоуправляться в соответствии с тем, что хочет субъект управления. В этом случае, структура возникает в процессе управленческой деятельности. Это бесструктурный способ управления.

Субъект-оператор управляет объектом-населением (а это – суперсистема) бесструктурным способом: реклама, акции, выгодные предложения. Часть элементов суперсистемы становится абонентами, заключают договор и становится в какой-то степени структурным элементом. Клиентом оператора может быть также множество юридических лиц. Это суперсистема другого уровня, где элементами являются компании.

Взаимовложенность суперсистем подразумевает, что один элемент может принадлежать разным суперсистемам одновременно, и такие элементы могут создавать виртуальные структуры, что означает – в разные моменты времени абонент переключает свое внимание (получает информационно-алгоритмические модули) к той или иной суперсистеме. Он может быть пользователем сразу нескольких мобильных операторов, соц. сетей, мессенджеров и других приложений, даже не всегда зная об этом, и для него все это локализовано в одном терминале – смартфоне (рис. 8.).



Рисунок 8

Если S2 входит в S1 при том, что каждый элемент S2 является элементом суперсистемы S1, но не каждый элемент S1 является элементом S2 (рис. 8), то возможна ситуация, когда некая структура из S1 проникнет в S2, и эта структура будет выполнять некоторую субъективную задачу. С точки зрения элементов S2 суперсистема S1 может быть и не видна и работа структуры будет восприниматься в S2, как беспричинное и

случайное явление. Или возможен вариант, когда информационно-алгоритмически модуль забрасывается в S2 и там возникают виртуальные структуры, действующие от субъекта с иерархически высшего уровня S1.

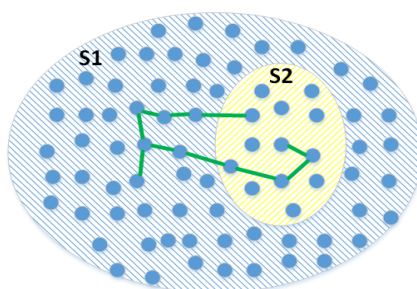


Рисунок 9

Любая реальная система управления всегда связана с внешней средой. Часть прямых связей замыкается на внешнюю среду и часть обратных связей берет свое начало в среде (рис. 9.)

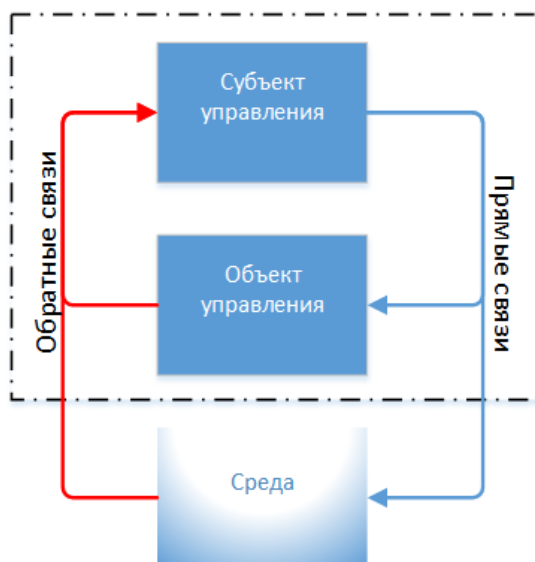


Рисунок 10

Представим, что существует Субъект №2, находящийся в среде на *иерархически высшем* уровне, чем рассматриваемая система управления. Прямые связи будут для Субъекта № 2 обратными, а обратные связи могут порождаться Субъектом № 2, то есть будут прямыми и возможен вариант косвенного управления через использование в «темную» Субъекта № 1 для управления Объектом (рис. 11), поскольку Субъект №1 может не знать о существовании Субъекта №2.

Примеры реализации:

Операторы на своем уровне пытаются организовать структурную обратную связь от клиентов, используя приложения, устанавливаемые на смартфоны абонентами операторов. Это больше похоже на мобильную страницу личного web-кабинета, где можно написать жалобу. Конечно, в какой-то степени это работает, но требует индивидуальной обработки жалоб в рамках существующих процессов операторов. Но самая большая проблема – такие

операторские приложения неохотно используют абоненты, поскольку их сложно использовать и нет мотивации, это делать.

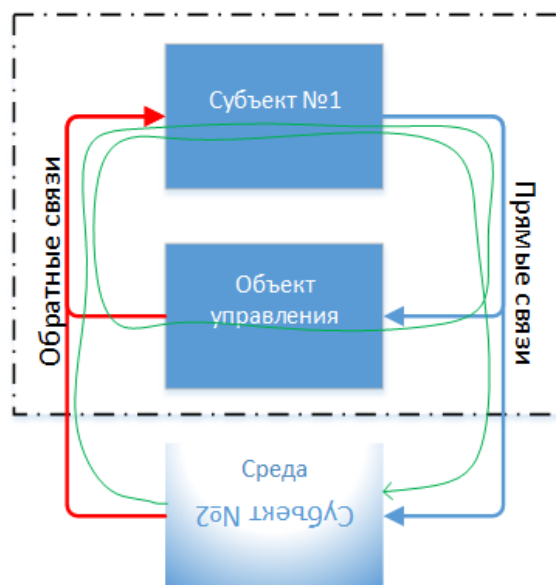


Рисунок 11

Минкомсвязи России уже в начале 2016 г. в рамках всей мобильной отрасли РФ запустило приложение «Качество Связи» под OS Android. За год собрало более 50 000 установок. Приложение измеряет уровень сигнала и отображает покрытие операторов на карте для всеобщего обозрения. Эта открытость порождает больший интерес (внимание абонента – это виртуальная структура). Однако какие-то отличия между операторами видны только на очень мелком масштабе карты и это мало информативно.

Компания Ookla в мировом масштабе уже много лет распространяет приложение SpeedTest на мобильных платформах с количеством скачиваний более 50 млн. Пользователи измеряют скорость интернета для своих нужд, заодно пополняя базу данных Ookla. Усредненные данные компания продает операторам (для пользователей приложения – это недоступно), некоторые мобильные операторы охотно используют такую информацию для целей сравнения сетей конкурентов.

С учетом понимания процессов бесструктурного управления можно спроектировать более эффективный инструмент для создания виртуальной структуры, способной оказывать действенное управление операторами:

- глобальный уровень – как у Ookla, в крайнем случае – в рамках СНГ;
- открытость – как у «Качества связи» Минкомсвязи;
- сбор информации помимо технических характеристик (уровень сигнала, технология, тип телефона, ring, скорость и прочее) и личном впечатлении от сервиса в дискретной оценке да/нет, лайк/дизлайк. Отправленная информация от абонента в он-лайне ставится отметкой на карте, и абонент видит это сразу;
- простой и понятный интерфейс с минимумом настроек и всеобщий открытый доступ к собранной статистически усредненной обработанной информации с акцентом на сравнение операторов на мобильном интерфейсе и более подробно на смежном web-сайте;
- приложение должно потреблять минимум мощности батарей за счет использования данных местоположения без включения GPS, измерение скорости доступа строится не

на объеме пересылаемых данных, а на алгоритмах, позволяющих рассчитать скорость передачи данных всего на нескольких пакетах. Возможность работы в офф-лайне с последующей передачей информации на сервер, для случаев, когда телефон теряет сеть.

- не должно пересылаться никаких данных с использованием личной информации и IMSI.
- окупаемость приложения в перспективе – за счет платной подписки на доступ к БД с сырыми данными для операторов и других заинтересованных коммерческих организаций.

Бесструктурное управление с иерархически высшего уровня объемлющей структуры дает возможность использовать интегральную оценку множества абонентов и косвенно управлять мобильной отраслью по схеме на рис. 11, чтобы повысить уровень качества. Другими словами, это произойдет за счет того, что абоненты будут предпочитать оператора, имеющего больше лайков (лучшее качество), а операторы – получать обратную связь о своем рейтинге, используя объективную информацию о себе и конкурентах.

Литература

1. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832с.
2. Автономный искусственный интеллект [Электронный ресурс] / А.А. Жданов. – 3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 359 с.
3. Достаточно общая теория управления: постановочные материалы учебного курса факультета прикладной математики – процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета (1997-2003 гг.). – М.: Концептуал, 2017. – 460 с.
4. URL <https://geo.minsvyaz.ru/> (Дата обращения – октябрь 2017 г.)
5. URL <http://beta.speedtest.net/ru> (Дата обращения – октябрь 2017 г.)