

К ПОСТРОЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНЫХ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

© С.В. Поршневу, Д.А. Яков, 2012

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург*

Практически каждому взрослому человеку на протяжении его жизни приходится принимать участие в каких-либо массовых мероприятиях (митингах, концертах, собраниях), быть участником транспортных пассажиропотоков в аэропортах и вокзалах и т.п. При этом, несмотря на кажущуюся порой обыденность перечисленных выше мероприятий, каждый из из участников потенциально подвергает себя серьезным рискам, в том числе связанных с угрозами собственному здоровью и жизни (мировая история насчитывает массу примеров – от гибели более 1300 человек 30 мая 1896 г. на Ходынском поле в г. Москве, в день народных гуляний по случаю коронации императора Николая II, до относительно недавней известной трагедии на футбольном стадионе Хиллсборо 15 апреля 1989 г. в Шеффилде, в результате которой погибло 96 человек [1; 2]).

Как следствие, в настоящее время происходит значительное ужесточение правил и регламентов [2] организации мероприятий, связанных с массовым скоплением их участников, в том числе, и к объектам, на которых данные мероприятия проводятся. С другой стороны, одновременно, растут и требования к уровню комфорта посетителей. Для удовлетворения этих, в известной мере, взаимно противоположных требований на объектах проведения массовых мероприятий (стадионы, концертные и выставочные залы, музеи, аэропорты и вокзалы) используются контрольно-пропускные системы (КПС), основными функциями которых являются:

- 1) организация потоков людей на входах, выходах и внутри объекта;
- 2) управление разграничениями доступа;
- 3) сопровождение и контроль процесса прохода;
- 4) накопление и анализ статистики, принятие решений.

При этом очевидно, что в КПС, призванных снизить риск возникновения нештатных ситуаций на объекте контроля, требуется максимальная степень автоматизации управления людскими потоками и используемыми для этого программно-техническими комплексами.

Принимая во внимание важность задач, решаемых КПС, необходимость обеспечения правильности ее работы в процессе мониторинга и выявления потенциальных рисков возникновения нештатных ситуаций в ходе проведения массовых мероприятий, становится понятно, что проектирование подобных систем оказывается нетривиальной задачей. В этих условиях для обоснованного выбора какого-либо из предлагаемых проектных решений построения КПС необходимо иметь средства для их объективного сравнительного анализа. При этом понятно, что организация экспериментов для исследования различных сценариев поведения участников массовых мероприятий и последствий принимаемых управленческих решений оказывается невозможной, поскольку для этого, с одной стороны, требуется большое количество организационных, человеческих, временных и финансовых ресурсов и создаются высокие риски для их участников – с другой. Таким образом, при крайне высоком уровне ответственности проектировщика, верификация расчетных данных и принятых решений оказывается весьма затруднительной.

В этой ситуации, как показывает анализ современного опыта проектирования различных систем управления, наиболее эффективным подходом оказывается подход, основанный на использовании математических моделей объектов управления, доведенных до программных реализаций, который представляется целесообразным использовать при

проектировании КПС объектов проведения массовых мероприятий. При этом очевидно, что необходимым условием применения данного подхода является наличие адекватной математической модели объекта управления. Для решения данной задачи, в свою очередь, необходимо понимание особенностей механизмов функционирования КПС. В этой связи рассмотрение КПС объектов проведения массовых мероприятий с точки зрения системного анализа является актуальным.

В ходе проведенного системного анализа задачи управления потоками посетителей массовых мероприятий в идеологии SADT-моделирования [3] разработан комплекс иерархических информационных моделей, описывающих на различных уровнях детализации механизмы функционирования КПС. Выбор SADT-методологии обусловлен тем, что она позволяет выявить основные структурно-функциональные части исследуемой системы, а также взаимодействия между ними.

Диаграммы IDEF0, соответствующие каждому из уровней декомпозиции рассматриваемой системы представлены на рис. 1–3.

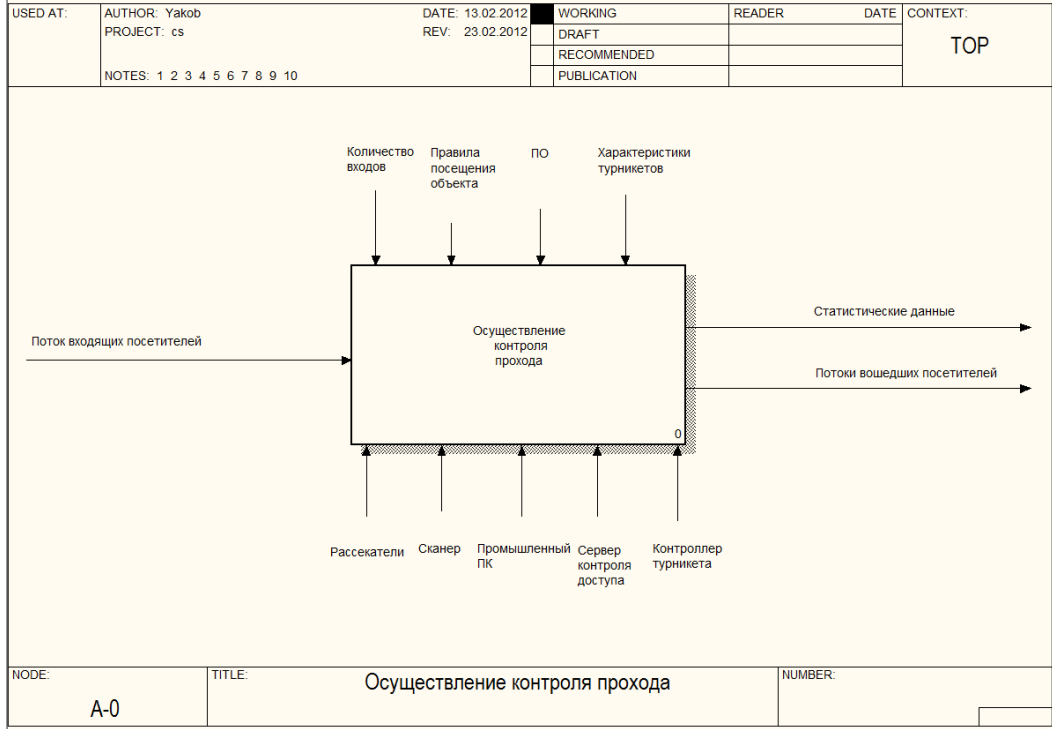


Рис. 1. Контекстная диаграмма работы контрольно-пропускной системы объекта

На рис. 1 видно, что необходимо отличать потоки входящих и вошедших посетителей, поскольку не каждый из «входящих» посетителей может оказаться в результате работы КПС «вошедшим» посетителем. Следовательно, рассматриваемая задача, во-первых, по своей сути отличается от классической задачи теории массового обслуживания [4], в которой предполагается, что все заявки, поступившие в систему, будут рано или поздно обслужены. Во-вторых, для построения адекватной математической модели КПС и обеспечения ее работоспособности необходим сбор и анализ, в том числе в режиме реального времени, статистических данных.

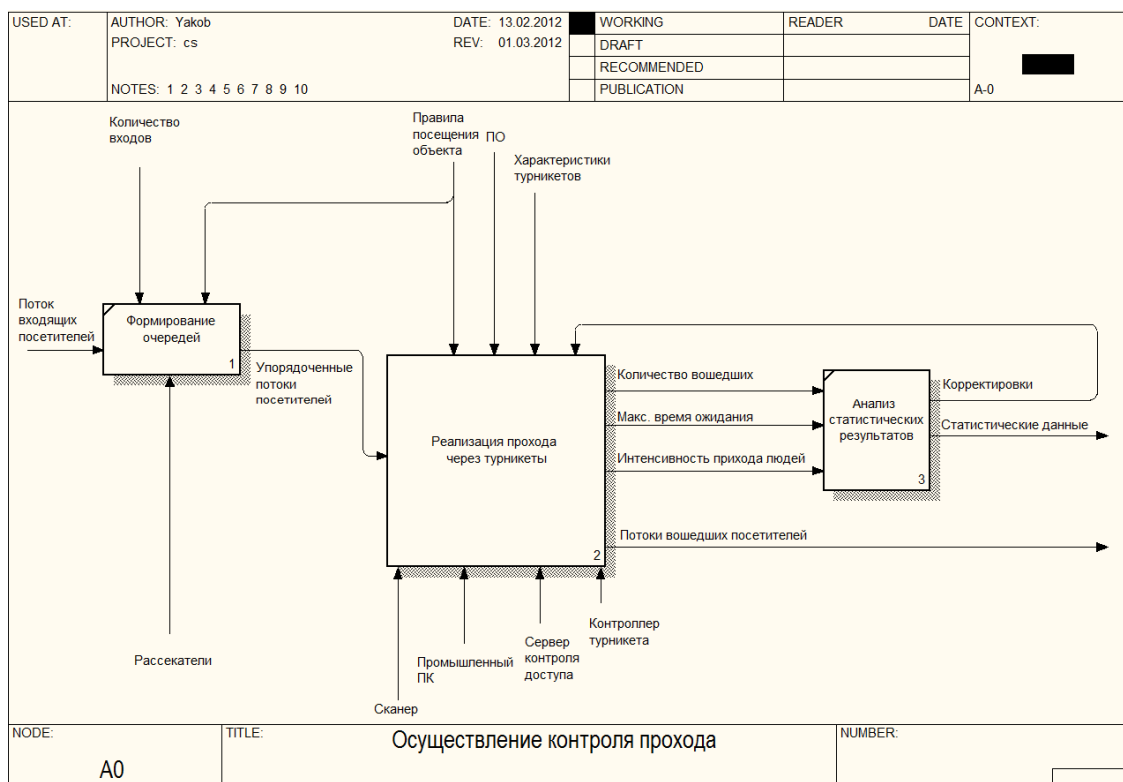


Рис. 2. Декомпозиция блока «Осуществление контроля прохода»

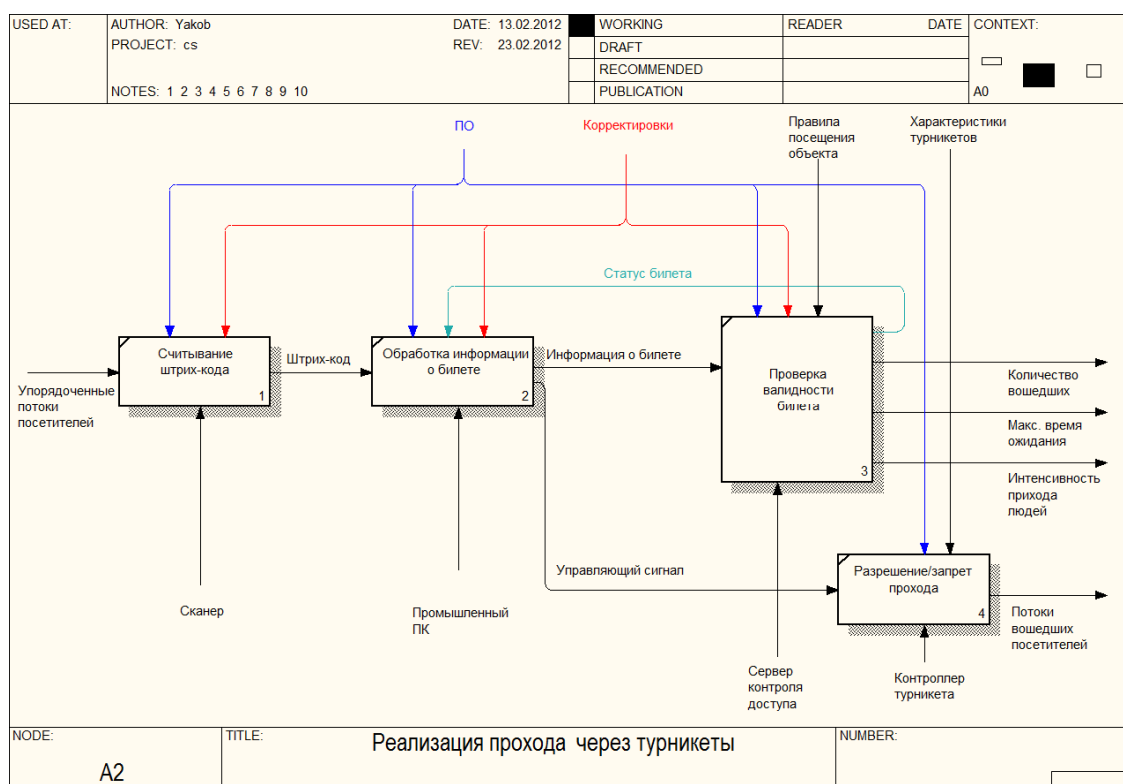


Рис. 3. Декомпозиция блока «Реализация прохода через турникеты»

Результаты декомпозиции процессом управления потоками посетителей представлены на рис. 2, на котором видно, что блок-схема рассматриваемого процесса состоит из трех этапов: 1) формирование очереди входящих посетителей; 2) реализация непосредственного прохода посетителей; 3) накопление статистики, используемой для дальнейшего анализа, принятия решений и внесения соответствующих корректировок в действия КПС.

Результаты декомпозиции блока «Реализация прохода через турникеты» в предположении, что уникальность билетов каждого из посетителей гарантируется соответствующим штрих-кодом, представлена на рис. 3. На рис. 3 видно, что непосредственный проход посетителей, являющийся основным процессом в системе, подразумевает многоступенчатый информационный обмен внутри проектируемого программно-аппаратного комплекса. Кроме того, на данном уровне декомпозиции уточняются интересующие статистические данные. Стоит отметить, что для изучаемой проблемы гораздо более важны именно критические, граничные показатели, нежели усредненные.

Таким образом, системный анализ КПС объектов проведения массовых мероприятий позволил выявить следующие особенности ее функционирования, которые необходимо учитывать при построении математической модели системы и практической реализации:

- 1) объект контроля является динамической системой с изменяющимися во времени параметрами;
- 2) КПС, осуществляющая управления объектом контроля в соответствии с правилами его посещения, должна представлять собой единый программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий возможность регулирования как в ручном, так и в автоматическом режимах;
- 3) программное обеспечение КПС должно обеспечивать как возможность накопления статистических данных, так и их анализа, в том числе в режиме реального времени;
- 4) на начальном этапе проектирования КПС должны быть ясны, четко прописаны и формализованы в рамках модели.

Предполагаемыми направлениями дальнейших исследований являются:

- 1) сравнительный анализ существующих КПС (прототипов) с точки зрения применяемых в них методов сбора, обработки и дальнейшего использования статистических данных, а также функциональных возможностей их программного обеспечения;
- 2) создание математической модели, в которой учитываются перечисленные выше особенности КПС, идентификация ее параметров на основе анализа статистической информации и подтверждение ее адекватности;
- 3) разработка и внедрение собственного проекта КПС Центрального стадиона г. Екатеринбурга.

Список использованных источников

1. Список трагедий на футбольных стадионах мира. [Электронный ресурс] // Википедия / Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_трагедий_на_футбольных_стадионах_мира.
2. *Ионина Н.А., Кубеев М.Н.* Сто великих катастроф. М.: «Вече», 2006.
3. Стандарт Российского футбольного союза. Футбольные стадионы. Общие требования. Безопасность. (Редакция 2.0). М., 2009.
4. *Марка Д.А., МакГоуэн К.* Методология структурного анализа и проектирования. М.: «МетаТехнология», 2006.
5. *Саати Т.* Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: «Сов. радио», 1965.