



Создание информационной системы для оптимизации работы автостоянки

А.А.Панкратов, Г.Б. Анисимова

Донской государственной технической университет

Аннотация: В статье представлены материалы по созданию АИС управления автостоянки. Приведены результаты имитационного моделирования, позволившие выявить «узкие места» проекта. Откорректированы диаграммы проектирования, включены процессы для оптимизации работы автостоянки. Показан интерфейс пользователя, намечены перспективы развития системы.

Ключевые слова: моделирование, реализация, информационная система, проектирование ИС, система массового обслуживания, диаграмма, автостоянка.

1. Введение

В последнее время популярность автостоянок резко возросла ввиду неимоверного скачка в производстве автомобильной техники. Автомобили стали неотъемлемой частью человеческой жизни. Отсюда столь высокий спрос на автостоянки.

В [1] были проведены 2 этапа ЖЦ ИС: анализ предметной области и проектирование информационной системы работы автостоянки. В настоящей работе представлены материалы по 3 этапу ЖЦ – реализации ИС. Но было принято решение предварительно провести математическое моделирование, чтобы исследовать проблемы, которые могут возникнуть на этапе эксплуатации. Это позволит окончательно определиться с целесообразностью разработки системы и принять оптимальное решение при ее создании.

2. Проектирование информационной системы

2.1. Имитационное моделирование работы автостоянки

Для автостоянки характерно массовое обслуживание посетителей [2]. А для систем массового обслуживания из всех видов моделирования

предпочтительно выбрать для анализа имитационное моделирование [3].

Предположим, что все поступающие на автостоянку транспортные средства являются входящим потоком требований. Сама же стоянка имеет один обслуживающий канал (n). Площадка, находящаяся рядом с автостоянкой, допускает пребывание в очереди на парковку не более трех автомобилей одновременно. Поток, пребывающих припарковаться, имеет интенсивность равную двадцати автомобилям в час, а процесс обслуживания одной машины максимум длится около пяти минут. Зная возможную длину очереди, при этом имея всего один канал обслуживания можно вычислить число заявок сложив первое со вторым.

В целом задачу можно описать такой схемой:

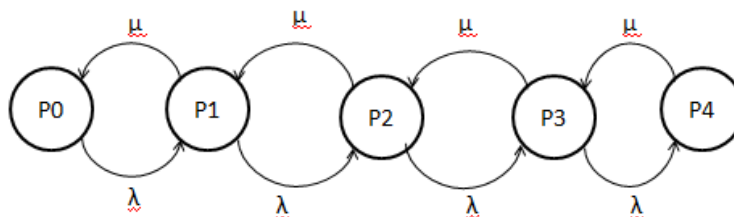


Рис. 1 – Схема задачи

Где состояния автостоянки имеют следующую интерпретацию:

- P0 – обслуживающий канал свободен;
- P1 – обслуживающий канал занят;
- P2 – обслуживающий канал занят, в очереди один автомобиль;
- P3 – обслуживающий канал занят, в очереди два автомобиля;
- P4 – обслуживающий канал занят, в очереди три автомобиля.

Вычислим интенсивность обслуживающего канала и интенсивность потока автомобилей и на основе полученных данных составим систему линейных уравнений для определения вероятностей состояний. Таким образом, сформированная система уравнений примет вид (1).

$$D(P) \rightarrow \begin{bmatrix} \mu P_1 - \lambda P_0 \\ 2\mu P_2 + \lambda P_0 - (\mu + \lambda)P_1 \\ \mu P_3 + \lambda P_1 - (\mu + \lambda)P_2 \\ \mu P_4 + \lambda P_2 - (\mu + \lambda)P_3 \\ 1 - P_1 - P_2 - P_3 - P_4 - P_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

После решения полученной системы уравнений, предельные вероятности состояний будут следующими:

- $P_0 = 0.184$ – 18% вероятность того, что канал будет свободен;
- $P_1 = 0.313$ – 31% вероятность того, что канал занят, но очереди нет;
- $P_2 = 0.266$ – 26%, что в очереди находится один автомобиль;
- $P_3 = 0.186$ – 18%, что в очереди находятся два автомобиля;
- $P_4 = 0.051$ – 5%, что в очереди находятся три автомобиля.

Из полученного решения, можно дать количественную оценку функционирования автостоянки.

Риск того, что следующий подъезжающий автомобиль будет вынужден проехать мимо, из-за переполнения очереди, будет 5%, именно столько клиентов в сутки автостоянка будет терять. Значит, среднее число машин, которые будут обслужены за одну минуту: $A = q * \lambda = 0.323$.

Из найденной абсолютной пропускной способности можем узнать, что за час будет обслужено 19 транспортных средств, а обратная величина – среднее время на обслуживание одного клиента – 3 минуты.

Число машин, которые будут простаивать в очереди, и время, затраченное на ожидание клиентом своей очереди:

$$L_{\text{ср}} = \frac{\psi(1 - (N+1)\psi^N + N\psi^{N+1})}{(1-\psi)(1-\psi^{N+1})} = 2.95 \quad (2)$$

$$W_{\text{ср}} = \frac{L_{\text{ср}}}{\lambda(1-P_{\text{отк}})} = 9.139 \quad (3)$$

В итоге, в среднем клиент простаивает чуть больше девяти минут. Из них в самой очереди автомобиль будет простаивать около 4 минут.

За счет автоматизации рабочего места сотрудника это время можно снизить и уменьшить ожидание клиентов, это позволит сберечь время посетителей.

На Рис. 2 представлены функции, описывающие изменение вероятностей нахождения системы в разных состояниях в зависимости от времени.

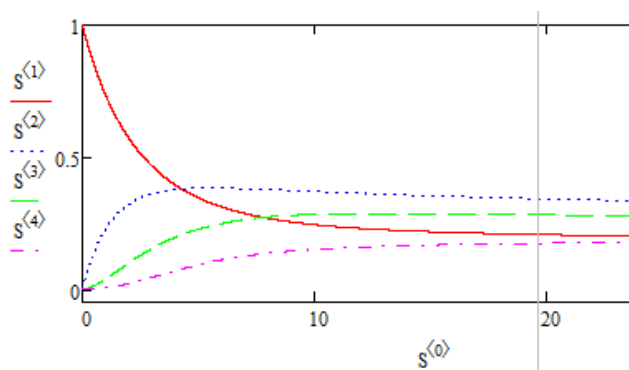


Рис. 2 – Изменение вероятностей нахождения системы в разных состояниях

Исследуем вероятность отказа системы и вычислим коэффициент ее эффективности. Для этого должны быть известны следующие данные:

Во-первых, нужно знать максимально возможное число клиентов, которых может обслужить автостоянка в течение суток. За сутки автостоянка, в среднем, обслуживает порядка тысячи автомобилей.

Во-вторых, необходимо знать приблизительный временной интервал между приезжающими клиентами и отрезок, на котором он лежит. Так как, в течение часа автостоянки посещает около 19 автомобилей, то интервал между прибытием автомобилей лежит на отрезке от 2,5 до 3,5 минут.

В-третьих, понадобится знать время, которое будет затрачено на обслуживание одного клиента. В данном случае, среднее время обслуживания автомобиля от 3 до 4 минут.

В-четвертых, должно быть известно число всех обслуженных посетителей и суммарное время обслуженных заявок [4, 5].

После вычисления оценок вероятностей отказа и эффективности получатся графики, изображенные на Рис. 3.

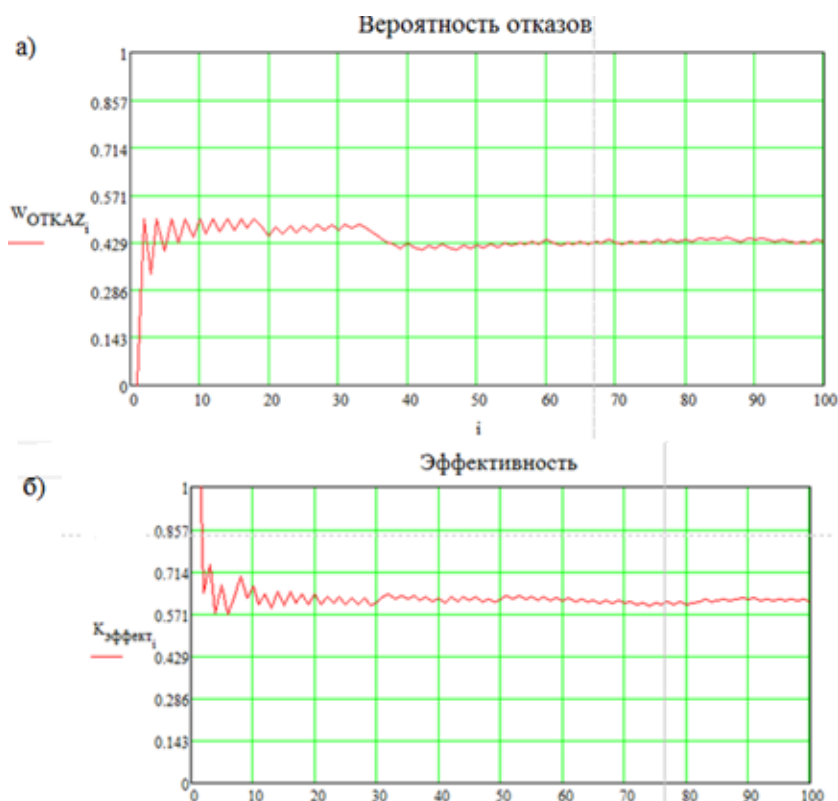


Рис. 3 –График вероятности отказа (а) и коэффициент эффективности системы (б)

2.2 Диаграмма потоков данных (DFD)

Ранее описанная модель ИС [1], претерпела небольшие видоизменения. Чтобы увеличить скорость обслуживания и повысить эффективность работы автостоянки, сведя возможность отказа практически до нуля, мы добавили возможность автоматического распознавания номера [6]. Данный процесс будет считывать информацию с номерных знаков подъезжающего автомобиля, и заносить ее в базу вместе со временем регистрации въезда.

Соответственно в сущность, где храниться информация об автомобиле, добавится дополнительное поле «Фотография номера», которое будет содержать фотографии всех номеров автомобилей, въезжающих на стоянку [7 – 10].

Откорректированная диаграмма DFD приведена на Рис. 4.

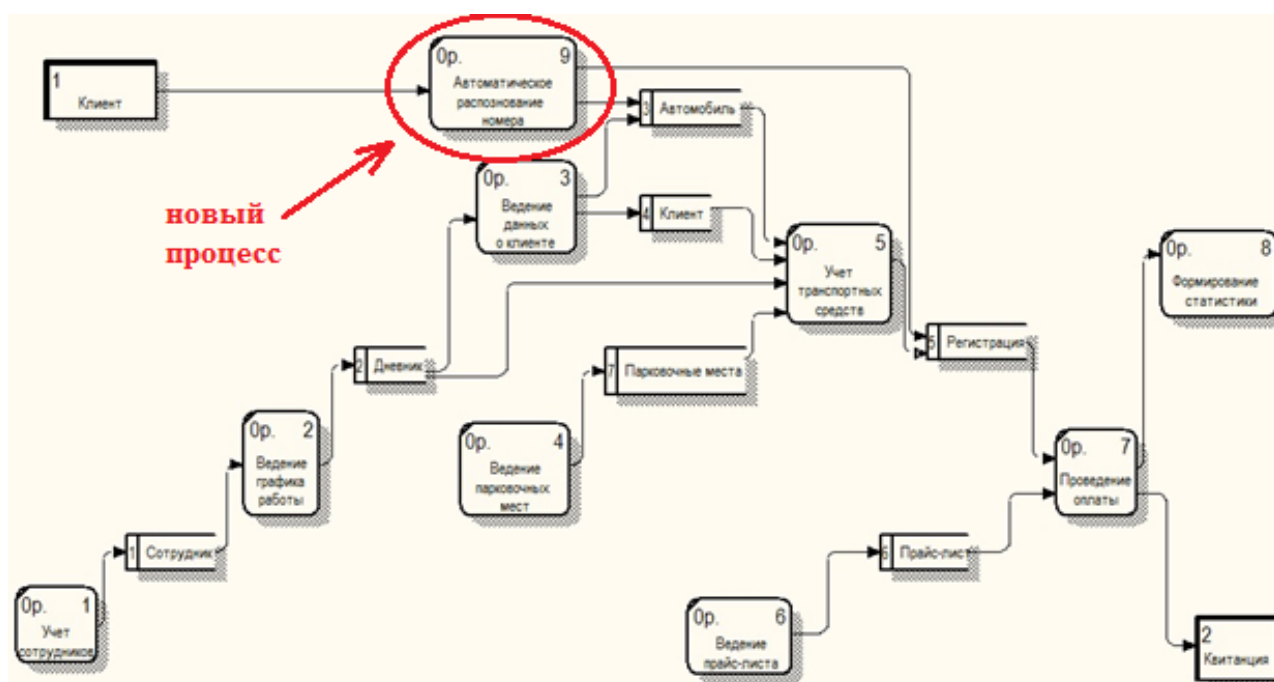


Рис. 4 – Диаграмма DFD

3. Реализация ИС

3.1 Выбор платформы реализации

До начала реализации программного продукта необходимо сделать выбор инструментальных средств:

– Система управления баз данных – Firebird. Преимущества:

- Один сервер может обрабатывать несколько сотен независимых БД
- не требует мощное оборудование
- по функциональности не уступает другим СУБД

– Программная среда Lazarus - это проект с открытым исходным кодом,

обладает достаточно мощным и быстрым компилятором.

Оба эти продукта являются:

- кроссплатформенными, что позволит работать под управлением различных операционных систем, в т.ч. помогут реализовать мобильное приложение.
- свободно распространяемыми для коммерческого использования.

3.2 Разработка программы

Фрагмент интерфейса приложения приведен на Рис. 5 и 6.

Функционал программы включает хранение информации о сотрудниках, посетителях, местах и времени парковки, расчета клиентских задолженностей, и ведения различных статистических показателей.

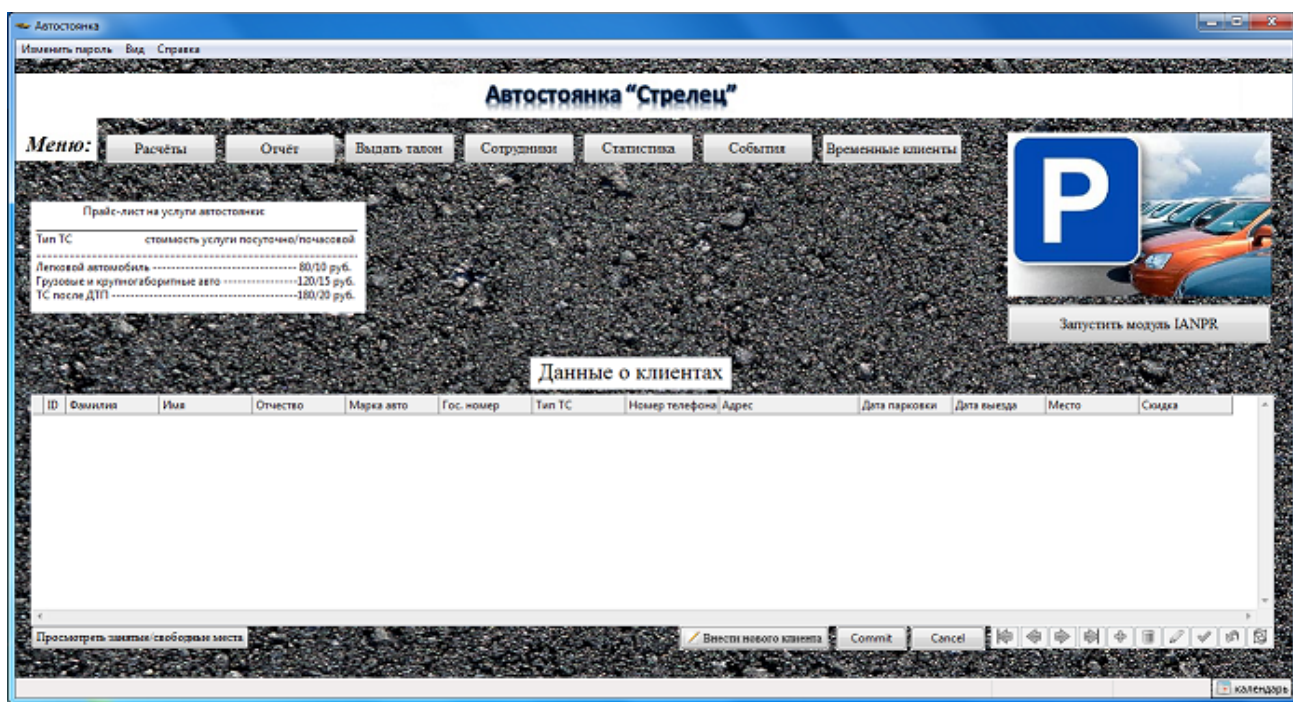


Рисунок 5 – Интерфейс программы

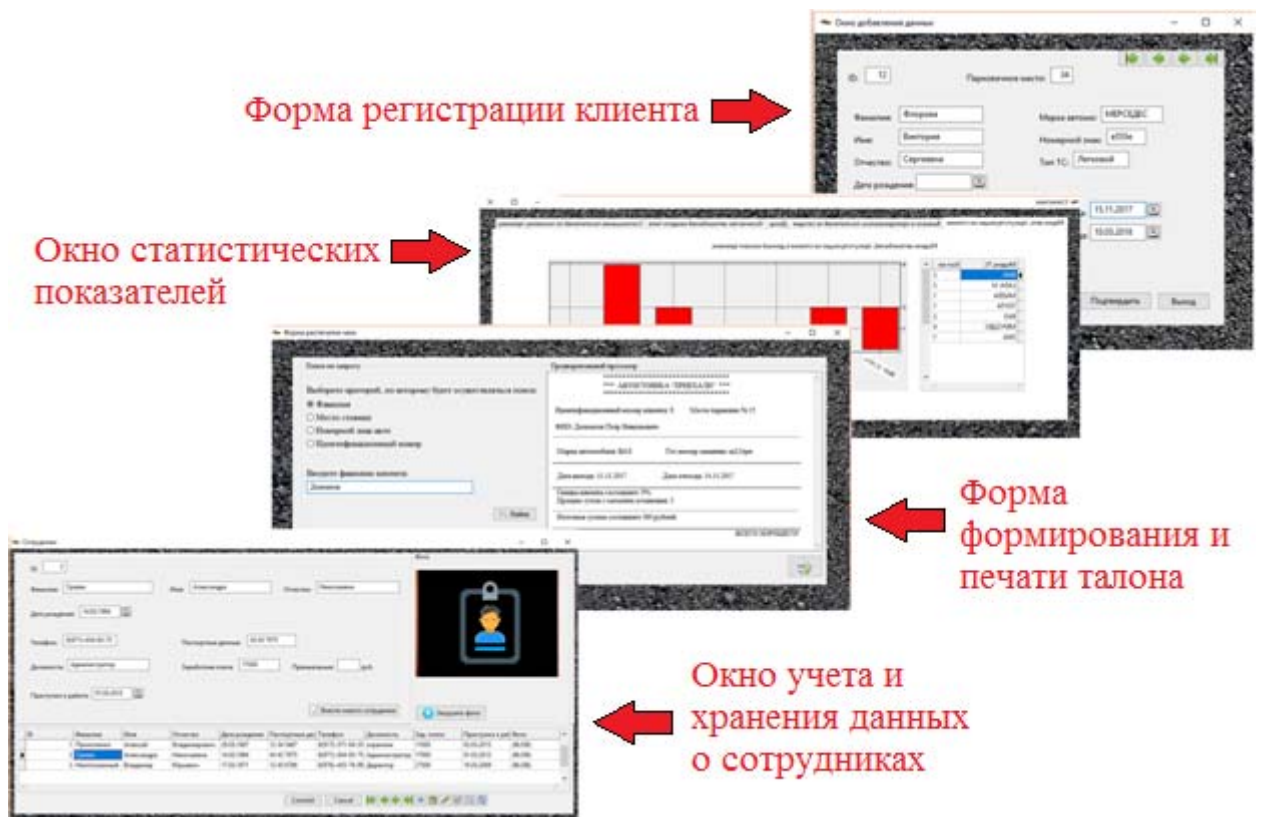


Рисунок 6 – Окна экранных форм

Предполагается создание веб-приложения, которое позволило бы дистанционно забронировать и оплатить место на автостоянке, ознакомиться со всеми новостями и прочей информацией об автостоянке, удаленно следить за своим автомобилем с помощью видео-трансляции с камеры наблюдения.

4. Заключение

Создаваемая ИС повысит уровень и качество обслуживания на автостоянках, увеличит скорость обслуживания, значительно сократив трудозатраты сотрудника.

Проведенное моделирование системы позволило выявить «узкие места» и предусмотреть в создаваемой ИС процессы, увеличивающие скорость обслуживания. За счет автоматизации процессов расчета задолженности клиента и распознавания автомобильного номера, своевременного занесения его в базу вместе с датой въезда на парковку

можно увеличить скорость обслуживания. Это сократит время простоя клиента и устраним очередь на автостоянку, увеличив коэффициент использования парковки.

ИС не только позволит оперативно управлять, но и упростит, и повысит качество обслуживания автостоянки. ИС наладит учет и позволит производить анализ деятельности автостоянки, улучшить экономические и социальные показатели.

Литература

1. Панкратов А.А., Анисимова Г.Б. Проектирование информационной системы оптимизации работы автостоянки // Инженерный вестник Дона, 2018, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5091.

2. Климов Г.П. Теория массового обслуживания. М.: Издательство Московского Университета, 2011. 312 с.

3. Панкратов А.А. Имитационное моделирование работы автостоянки // Актуальные вопросы и основы сферы международного сотрудничества в сфере высоких технологий: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Стерлитамак, 19 декабря 2017). Стерлитамак: АМИ, 2017. с. 119-121. URL: ami.im/sbornik/MNPK-TT-21.pdf.

4. Arnott, R., Rowse, J., Modeling parking // Journal of urban economics, 45, pp. 97-124.

5. Peng C. The development of model estimation to determine parking needs at LRT stations in suburban area. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 877 - 890, 2005.

6. Бутенко Д.В., Ананьев А.С., Попов К.В. Интеллектуальные технологии проектирования информационных систем. Методика проектирования программных продуктов в условиях наличия прототипа // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/815.



7. Анисимова Г. Б., Романенко М. В. Выбор методологии проектирования информационных систем. I. Критерии. // Научное обозрение. 2014. № 12-2. с. 539-542.

8. Анисимова Г. Б., Романенко М. В. Выбор методологии проектирования информационных систем. II. Стандарты. // Научное обозрение. 2014. № 12-2. с. 543-547.

9. Анисимова Г. Б., Романенко М. В. Выбор методологии проектирования информационных систем. III. Структурный подход. // Научное обозрение. 2017. № 22. с. 74-79.

10. Stephen A. White, Derek Miers. BPMN Modeling and Reference Guide / Future Strategies Inc., 2008. 226p.

References

1. Pankratov A.A., Anisimova G.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5091.

2. Klimov G.P. Teoriya massovogo obsluzhivaniya. [Queuing Theory]. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, 2011. 312 p.

3. Pankratov A.A. Aktualnye voprosy i osnovy sfery mezhdunarodnogo sotrudnichestva v sfere vysokih tehnologij: Sbornik statej po itogam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Sterlitamak, 19 dekabrya 2017). Sterlitamak: AMI, 2017. pp. 119-121. URL: ami.im/sbornik/MNPK-TT-21.pdf.

4. Arnott, R., Rowse, J. Modeling parking. Journal of urban economics, 45, pp. 97-124.

5. Peng C. The development of model estimation to determine parking needs at LRT stations in suburban area. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 877-890, 2005.

6. Butenko D.V., Anan'ev A.S., Popov K.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/815.



7. Anisimova G. B., Romanenko M. V. Nauchnoe obozrenie. 2014. № 12 2. pp. 539-542.

8. Anisimova G. B., Romanenko M. Nauchnoe obozrenie. 2014. № 12-2. pp. 543-547.

9. Anisimova G. B., Romanenko M. V. Nauchnoe obozrenie. 2017. № 22. pp. 74-79.

10. Stephen A. White, Derek Miers. BPMN Modeling and Reference Guide [Text]. Future Strategies Inc., 2008. 226p.