

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ 1С: БОЛЬНИЦА НА ОСНОВЕ ЖУРНАЛОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты применения подходов и методов Process Mining для анализа и оптимизации бизнес-процессов из информационной системы «1С:Медицина.Больница» Областной клинической больницы №1 г. Тюмень.

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, Process Mining, Data Mining, ProM, XES - формат, нотация BPMN, сети Петри.

В деятельности любой компании можно насчитать как минимум несколько десятков бизнес-процессов. При этом большинство из таких организаций сталкиваются с необходимостью проведения анализа эффективности бизнес-процессов, например, при структурной реорганизации, в рамках программ реинжиниринга бизнес-процессов, при проведении комплексной или частичной автоматизации существующих процессов, перед передачей процессов на аутсорсинг, в рамках внутренних и внешних аудитов и, конечно же, в рамках программ снижения издержек и оптимизации затрат.

Зачастую мероприятия, направленные на то, чтобы понять, как реально работают процессы дают необъективный результат, поскольку базируются на интервью с исполнителями процесса, либо являются чрезвычайно трудоемкими.

Одним из современных способов проведения анализа эффективности процессов, является применение подходов и методов Process Mining<sup>[1]</sup> для анализа и оптимизации бизнес-процессов на основе объективных данных, которые обрабатываются в автоматизированном режиме. Данная технология на основании следов исполнения бизнес-процессов в информационных системах позволяет составить цепочку действий, выполняемых в рамках данного бизнес-

процесса и сформировать журнал событий, где одной записью будет являться одно действие, выполненное в системе. Анализируя модель бизнес-процесса, созданную на основании такого журнала событий, можно обнаружить задержки по времени исполнения функции, лишние, тупиковые и ошибочные действия. Использование данных информационных систем позволяет свести к минимуму интервью с участниками процессов и позволяет провести анализ эффективности бизнес-процессов в короткие сроки и без потери объективности.

Process Mining является развивающейся дисциплиной и предоставляет комплекс инструментов для обеспечения понимания процесса и его усовершенствования. Эта новая дисциплина опирается на модели и подходы Data Mining<sup>[2]</sup>. Тем не менее, Process Mining намного больше чем объединение существующих подходов.

В статье описываются алгоритмы проведения углубленного анализа процессов (Process Mining algorithms), которые преобразуют данные о процессах из информационной системы «1С:Медицина.Больница» Областной клинической больницы №1 г. Тюмень (далее – ОКБ)<sup>[3]</sup> в наглядные модели процессов «Как есть», а также приводятся ответы на вопросы по улучшению данных процессов.

Целью данной работы является исследование бизнес-процесса «Прием и госпитализация пациентов» для определения путей повышения эффективности работы персонала в ОКБ №1.

Рассмотрим процесс «Прием и госпитализация пациентов» в системе «1С:Медицина.Больница»<sup>[4]</sup>, и в рамках применения методов интеллектуального анализа процессов, ответим на ряд поставленных в работе вопросов:

- 1) Какие узкие места существуют в процессе?
- 2) Какова последовательность действий, выполняющихся в системе?
- 3) Какие действия не обязательны для выполнения?
- 4) Как пользователи взаимодействуют друг с другом?
- 5) Какие пользователи наиболее нагружены?

б) Когда (в какой промежуток рабочего времени) система наиболее нагружена?

Для того, чтобы иметь возможность применять соответствующие методы анализа процесса необходимо извлечь журнал событий из источника данных, который содержит в себе все необходимые данные, такие как CASE ID, ACTIVITY, TIMESTAMP, REOURSE. Источником данных, содержащим наиболее подходящую информацию в 1С: Предприятии, является журнал регистрации.

После того как выбран бизнес-процесс и источник данных необходимо получить журнал событий, содержащий записи, показывающие действия в системе за некоторый период времени. В качестве исходных данных, сотрудниками был предоставлен журнал регистрации, сформированный по результатам работы системы в течении месяца. Предоставленный журнал регистрации системы за месяц оказался достаточно больших размеров, примерно 1 Гб, не каждый редактор данных мог обработать данные таких размеров, смог это сделать лишь XML Notepad 2007 <sup>[5]</sup>, но его скорость работы была на низком уровне. Было принято решение разбить файл на несколько файлов меньших размеров с помощью специального программного обеспечения File Splitter <sup>[6]</sup>, указав в нем минимальный размер одного файла. Каждый файл был конвертирован в CSV-форма.

Из бесплатных программных продуктов для анализа бизнес-процессов, наиболее функциональным является ProM<sup>[7]</sup>. ProM – это расширяемая среда, поддерживающая широкий спектр методов анализа процесса в виде подключаемых модулей. Данное приложение имеет множество подключаемых модулей для анализа бизнес-процесса в различных направлениях, поэтому он и был выбран в качестве инструмента для анализа бизнес-процесса.

Используя инструмент ProM, была построена модель бизнес-процесса «Прием и госпитализация пациентов». В меню выбора необходимых полей для построения модели было предложено выбрать соответствующие этим данным поля, где Timestamp – время и дата выполненного действия в системе, Activity –

выполненное действие, Resource – ресурс, пользователь выполнивший действие.

Оказалось, полученный журнал событий не содержит все необходимые поля, а точнее отсутствует поле «CASE ID» - идентификатор пациента.

Чтобы получить полный журнал событий было принято решение обратиться к самой предоставленной системе «1С Медицина.Больница» и создать в ней общий модуль для ведения логов системы. Для этого была написана функция формирования журнала.

Затем для нужных документов был прописан вызов данной функции, передавая в неё нужные данные. Функция работает по типу триггеров т.е. при проведении документов бизнес-процесса происходит запись всех необходимых полей для создания журнала событий. Однако, из-за того, что информационная база конфигурации «1С:Медицина.Больница» была тестовой, возникло несколько ошибок, которые были устранены благодаря сотрудникам поддержки системы в ОКБ №1. Была добавлена возможность экспорта данных из журнала в xml-формате.

Дальше этот журнал нуждался в самих данных т.е. надо было его заполнить. Благодаря предоставленным инструкциям для пользователей были проведены несколько итераций от поступления до выписки пациента.

Для конвертирования данных в CSV формат (необходимый для инструмента ProM) было принято решение воспользоваться специальным веб-сервисом<sup>[8]</sup>. Затем журнал событий формата CSV с помощью инструмента ProM конвертировали в XES формат<sup>[9]</sup>, Далее с помощью модуля «Filter Log using Simple Heuristics» в ProM построили модель.

Используя фильтры масштабирования процесса, были выявили отклонения, в соответствии с рисунком 1.

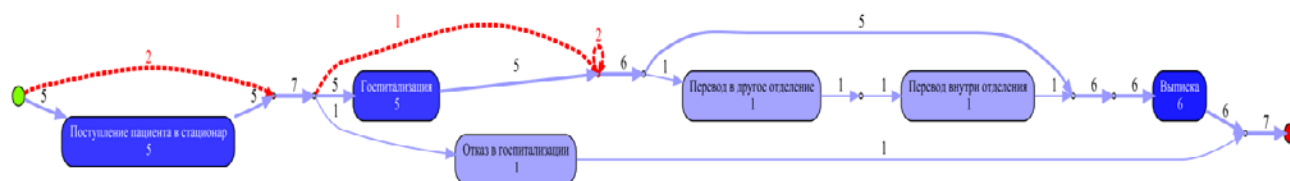


Рис. 1. Модель с выявленными отклонениями

Данные отклонения связаны с тем, что были совершены действия с пациентами, которые поступили в больницу и были занесены в систему до заполнения данного журнала событий, но были выписаны после заполнения, поэтому пропущены некоторые документы. Данная модель показывает действия пользователя в рамках исследуемого бизнес-процесса.

Для создания полной статистики возникла потребность в выгрузке дополнительных данных, таких как возраст и пол пациента, назначенные услуги и лекарства, диагноз, должность сотрудника и добавлении событий, в соответствии с рисунком 2. В связи с этим журнал событий был перезаполнен исключая отклонения.

Timestamp	CaseID	ID	Activity	Resource	Пациент	Возраст	Пол	Услуга/Лекарство	Диагноз	Роль
2017-02-14T06:00:00	86	...	Поступление пациента в стационар	Федоров П.	Валайтис Анна Семенович	21	Женский		Врожденный гипотиреоз без зоба	Мед Брат
2017-02-14T07:00:00	84	...	Поступление пациента в стационар	Федоров П.	Каришвили Пуэр Асылбек...	38	Мужской		Носовое кровотечение	Мед Брат
2017-02-14T08:00:00	79	...	Поступление пациента в стационар	Федоров П.	Трубецкой Николай Сергее...	56	Мужской			Мед Брат
2017-02-14T08:00:00	83	...	Поступление пациента в стационар	Федоров П.	Ишимов Лавр Леонтьевич	34	Мужской		Аппендицит неуточненный	Мед Брат
2017-02-14T08:01:00	85	...	Поступление пациента в стационар	Федоров П.	Гаипов Асадбек Максимович	16	Мужской		Абсцесс кожи, фурункул и карбунку...	Мед Брат
2017-02-14T09:00:00	86	...	Госпитализация	Донских Д.А.	Валайтис Анна Семенович	21	Женский		Врожденный гипотиреоз без зоба	Мед Сестра
2017-02-14T09:15:00	79	...	Госпитализация	Донских Д.А.	Трубецкой Николай Сергее...	56	Мужской		Нестабильная стенокардия	Мед Сестра
2017-02-14T09:30:00	85	...	Госпитализация	Донских Д.А.	Гаипов Асадбек Максимович	16	Мужской		Абсцесс кожи, фурункул и карбунку...	Мед Сестра
2017-02-14T09:40:00	80	...	Поступление пациента в стационар	Ларин Д.Н.	Уварова Пасковья Сергее...	76	Женский			Мед Брат
2017-02-14T10:00:00	80	...	Госпитализация	Донских Д.А.	Уварова Пасковья Сергее...	76	Женский		Паратиф неуточненный	Мед Сестра
2017-02-14T10:02:00	83	...	Госпитализация	Донских Д.А.	Ишимов Лавр Леонтьевич	34	Мужской		Аппендицит неуточненный	Мед Сестра
2017-02-14T10:54:39	84	...	Отказ в госпитализации	Донских Д.А.	Каришвили Пуэр Асылбек...	38	Мужской		Носовое кровотечение	Мед Сестра
2017-02-14T10:55:18	85	...	Перевод внутри отделения	Волкова В.А.	Гаипов Асадбек Максимович	16	Мужской			Главный Врач
2017-02-14T10:56:12	83	...	Назначение услуги	Волкова В.А.	Ишимов Лавр Леонтьевич	34	Мужской			Врач Терапевт
2017-02-14T10:57:00	83	...	Выполнение услуги	Звонкова И.Н.	Ишимов Лавр Леонтьевич	34	Мужской			Врач Терапевт
2017-02-14T10:59:25	83	...	Назначение лекарства	Звонкова И.Н.	Ишимов Лавр Леонтьевич	34	Мужской			Врач Терапевт
2017-02-14T11:00:00	83	...	Выполнение лекарственных назначе...	Иванова И.И.	Ишимов Лавр Леонтьевич	34	Мужской			Мед Сестра
2017-02-14T11:02:41	85	...	Назначение услуги	Волкова В.А.	Гаипов Асадбек Максимович	16	Мужской			Главный Врач
2017-02-14T11:03:48	85	...	Назначение услуги	Волкова В.А.	Гаипов Асадбек Максимович	16	Мужской			Главный Врач
2017-02-14T11:10:00	85	...	Выполнение услуги	Звонкова И.Н.	Гаипов Асадбек Максимович	16	Мужской			Врач Терапевт
2017-02-14T11:13:06	86	...	Назначение питания	Звонкова И.Н.	Валайтис Анна Семенович	21	Женский	ОВД		Врач Терапевт
2017-02-14T11:14:12	86	...	Выписка из стационара	Волкова В.А.	Валайтис Анна Семенович	21	Женский			Главный Врач
2017-02-14T11:15:14	80	...	Назначение услуги	Волкова В.А.	Уварова Пасковья Сергее...	76	Женский			Главный Врач
2017-02-14T11:15:35	80	...	Назначение доп. питания	Петушок И.	Уварова Пасковья Сергее...	76	Женский	Азот		Врач Диетолог
2017-02-14T11:17:14	79	...	Назначение услуги	Волкова В.А.	Трубецкой Николай Сергее...	56	Мужской			Главный Врач

Рис. 2. Полный журнал событий

При анализе данного журнала событий было выявлено, что не все экземпляры данного бизнес-процесса завершены, так как не все цепочки событий заканчиваются выпиской или отказом от госпитализации.

Для корректности проводимых исследований было решено очистить журнал событий с помощью плагина «Filter Log using Simple Heuristics», в соответствии с рисунком 3.

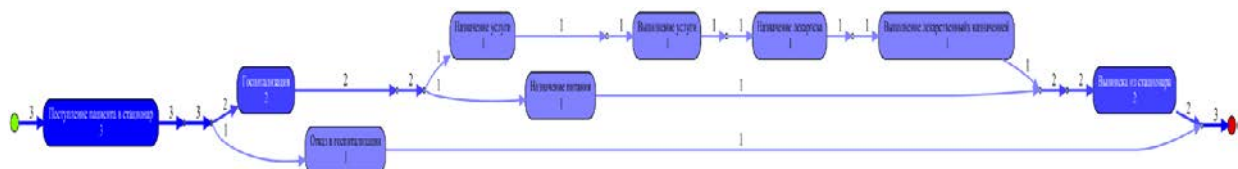


Рис. 3. Отфильтрованная модель бизнес-процесса

Интеллектуальный анализ процессов фокусируется на отношениях между моделями бизнес-процессов и данными о событиях. Выделяют три типа

подобных отношений, которые и определяют типы анализа: Play-Out, Play-In и Replay<sup>[10]</sup>. Для анализа бизнес-процесса был использован тип Play-In, начиная с готовых данных журнала событий, была получена модель процесса. На рисунке 4 представлена модель бизнес-процесса «Прием и госпитализация пациентов» в нотации BPMN.

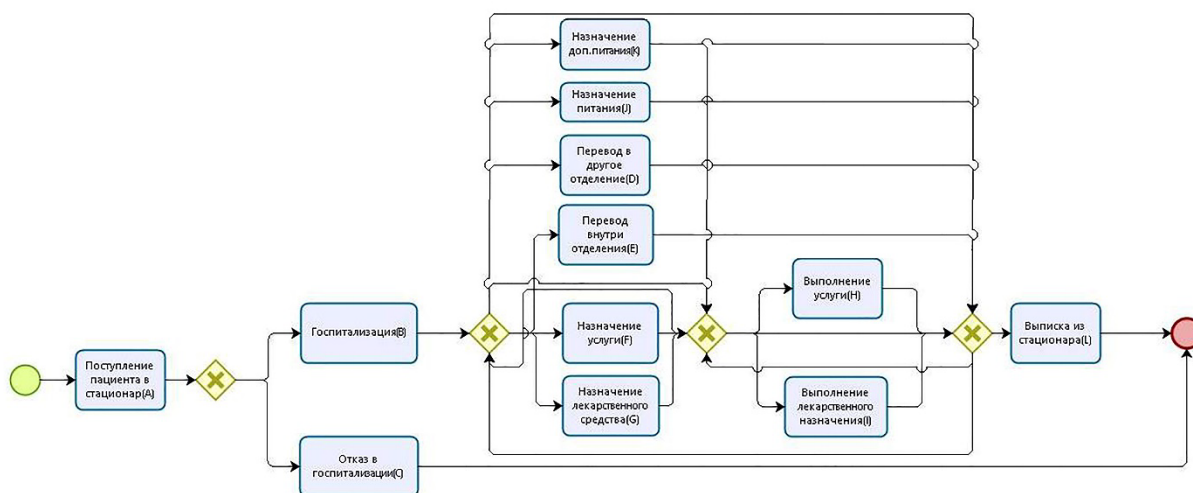


Рис. 4. Модель бизнес-процесса в нотации BPMN

Все события в бизнес-процессе обозначены буквами, где А – Поступление пациента в стационар, В – госпитализация, С – Отказ от госпитализации, D – перевод пациента в другое отделение, Е – Перевод пациента внутри отделения, F – назначение услуги, G – назначение лекарства, Н – выполнение услуги, I – выполнение лекарственных назначений, J – назначение питания, K – назначение доп. питания, L – выписка.

Все последовательности событий начинаются с шага А и заканчиваются шагами С или L. Обозначим события в бизнес-процессе буквам

Далее указаны примеры возможных последовательностей событий. {(ABEFGHIL),(ABEL),(ABFHGIL),(ABGIL),(AC),(ABEL),(ABDL),(ABL),(ABDGIL),(AB),(ABJKL),(ABFGJHKL),(ABJL),...}. На рисунке 5 представлена модель процесса, расширенная дополнительными перспективами: организационной точкой зрения. Данная модель показывает какие организационные роли и какие ресурсы, осуществляют определенные виды деятельности. Анализ данной модели может показать, что Волкова В.А. (пользователь с ролью Главный врач) является единственным пользователем, кто способен принять решение о

выписке пациента. Это говорит о том, что есть роль главного врача, и Волкова В.А. единственный пользователь, принадлежащий данной роли.

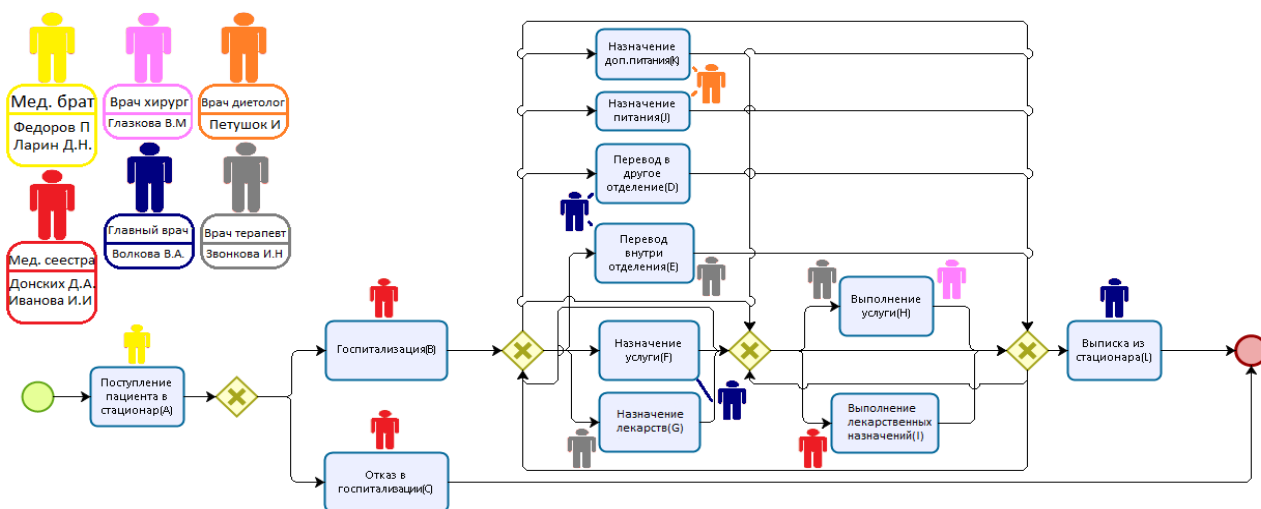


Рис. 5. Организационная модель бизнес-процесса

Была сформирована диаграмма Social Network (Рис. 6), показывающая взаимодействие пользователей системы<sup>[11]</sup>. На данной диаграмме видна взаимосвязь пользователей системы в рамках выбранного бизнес-процесса. Размер круга говорит о количестве выполненных событий, чем больше круг сотрудника, тем больше документов он провел. Стрелки показывают взаимодействие пользователей бизнес-процесса, например, пользователь Ларин Д.Н. оформил поступление пациента в стационар, а затем пользователь Донских Д.А. госпитализировала его. По данной диаграмме можно судить о занятости сотрудников и принять решение о распределении нагрузки.

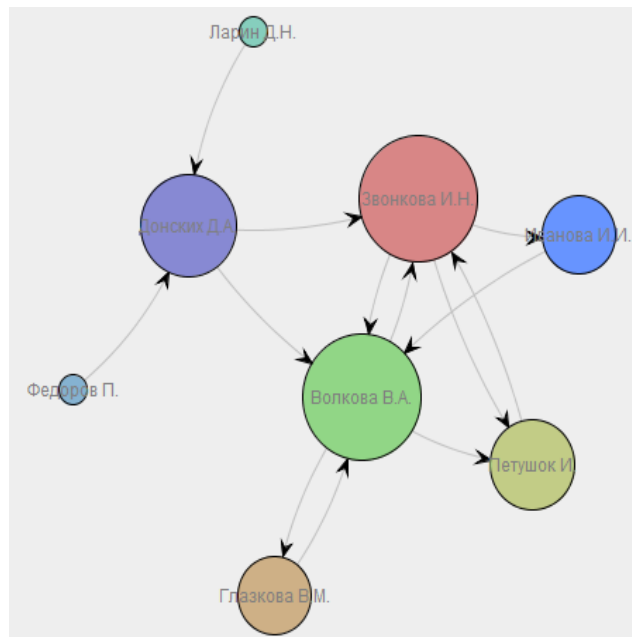


Рис. 6. Диаграмма Social Network.

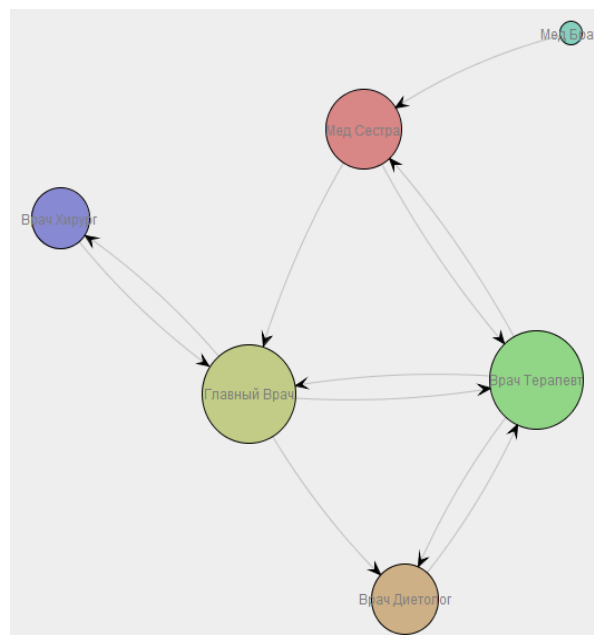


Рис. 7. Взаимосвязь ролей в бизнес-процессе.

На диаграмме, представленной на рисунке 7, также можно рассмотреть взаимосвязь ролей в бизнес-процессе, к которым данные пользователи принадлежат.

Далее, был использован плагин Alpha Miner, построена модель на основе сетей Петри. Данный модуль использует Альфа алгоритм<sup>[12]</sup>. Это один из первых алгоритмов Process Mining для обнаружения параллельных участков<sup>[13]</sup>.



Начальной точкой для Альфа алгоритма является выявление отношений между событиями. Используя данные отношения определяется альфа-алгоритм и строится следующая модель в сетях Петри (Рис. 8).

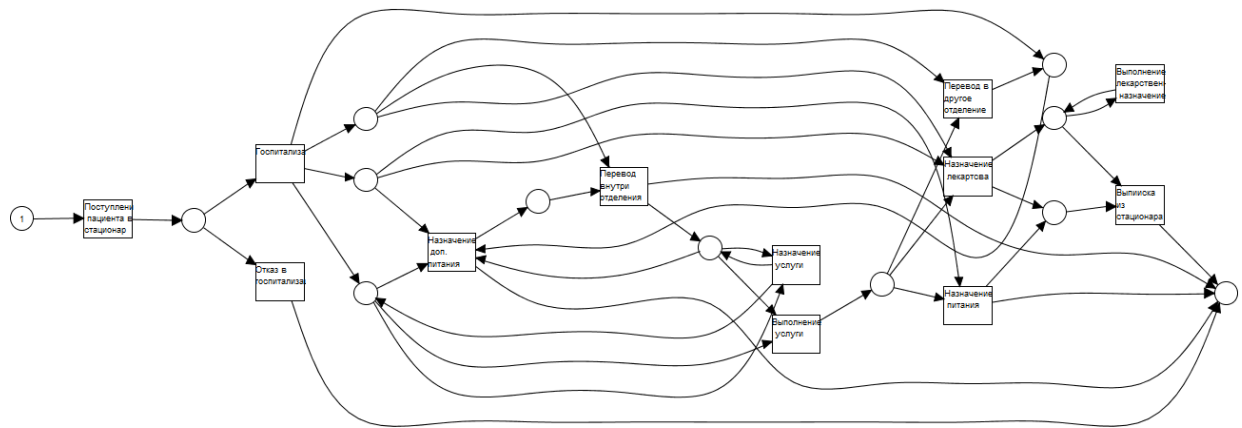


Рис. 8. Модель бизнес-процесса в сетях Петри

Данная модель отчетливо визуализирует отношения между событиями в логе, позволяя увидеть взаимосвязь событий в системе.

Исходя из сети Петри, представленной на рисунке 8 можно сделать вывод о том, что не все действия процесса обязательны для выполнения, так, например, после госпитализации, пациента сразу можно выписать, не назначая каких-либо услуг, это может произойти, например, по причине смерти пациента во время госпитализации. Кроме того, после отказа от госпитализации, назначение или выполнение каких-либо услуг невозможно.

Далее по тестовым данным журнала была проанализирована активность пациентов, которая была зафиксирована, как правило, в первой половине дня. В это время система наиболее нагружена (Рис. 9).



Рис. 9. Нагрузка системы.

Так как тестовые данные проведены в один день, то данный график показывает активность системы в масштабах одного дня. По оси X указано время дня, по оси Y – события в системе.

Выводы:

В данном бизнес-процессе большинство действий являются не обязательными для выполнения, такие как назначение и выполнение услуги, назначение и выдача лекарственных средств, перевод в другую палату или в другое отделение, из-за чего могут возникнуть узкие места в процессе. Например, есть возможность госпитализировать пациента и, без осмотра каких-либо врачей, выписать ему лекарства и не выдав ему эти лекарства выписать его из стационара. По тестовым данным, анализ показал, что в данном процессе не равномерно распределена нагрузка между ролями и пользователями. И исходя из активности пациентов, можно предположить, что, по каким-то причинам, процесс не выполняется во второй половине дня. Следовательно для оптимизации процесса необходимо задействовать сотрудников с малой нагрузкой в первой половине дня.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статья в интернет-энциклопедии о Process mining, URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Process\\_mining](https://en.wikipedia.org/wiki/Process_mining)
2. Чубакова И.А., Data Mining URL: <http://portal.tpu.ru/SHARED/a/AAPONOMAREV/metod/Tab/lections%20data%20mining.pdf>
3. Официальный сайт Областной клинической больницы №1 г. Тюмени, URL: <https://www.tokb.ru/>
4. Прикладное решение «1С: Медицина. Больница», URL: <http://www.tyumen-soft.ru/1c/1cmedicizina/1smedicizina.-bolnicza1.html>
5. Официальный сайт программного продукта XML Notepad, URL: <http://xmlnotepad.codeplex.com/>
6. Официальный сайт программного продукта File Splitter, URL: <http://www.filesplitter.org/>
7. Официальный сайт программного продукта ProM, URL: <http://www.promtools.org/doku.php?id=start>
8. Веб-сервис ConvertCSV, URL: <http://convertcsv.com/>
9. W.M.P. van der Aalst, M.W. Verbeek, G.H.L. Fletcher, Mapping Data Sources to XES in a Generic Way, 2010
10. Wil M.P. van der Aalst, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Process mining discovery, conformance and enhancement of business process, 2011
11. Wil M.P. van der Aalst, Hajo A. Reijers, Minseok Song, Discovering Social Networks from Event Logs, BETA Working Paper Series, WP 116, 2004, URL: <http://wwwis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p230.pdf>
12. Статья в интернет-энциклопедии о Alpha algorithm, URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Alpha\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Alpha_algorithm)
13. W.M.P. van der Aalst, B.F. van Dongen, Discovering Petri Nets From Event Logs., Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency (ToPNoC VII), Springer-Verlag, Berlin, 2013, URL: <http://wwwis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p711.pdf>