



**К.В. СОБЧЕНКО,**

аспирант кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия, e-mail: kostya25.06@mail.ru, k.v.sobchenko@it.kkod.ru

**А.В. КОВАЛЕНКО,**

к.э.н., доцент кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия, e-mail: savanna-05@mail.ru

**А.А. КОШКАРОВ,**

начальник информационно-вычислительного отдела, ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства Здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия, e-mail: koshkarov17@yandex.ru, koshkarov@kkod.ru

**Р.А. МУРАШКО,**

к.м.н., главный внештатный специалист онколог Министерства Здравоохранения Краснодарского края, главный врач ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства Здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия, e-mail: ramurashko@rambler.ru, kkod@kkod.ru

**С.В. ШАРОВ,**

к.м.н., заместитель главного врача по амбулаторно-поликлиническому разделу работы, ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства Здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия, e-mail: dr\_sch@mail.ru, kkod@kkod.ru

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДАННЫХ О РАБОТЕ РЕГИСТРАТУРЫ КЛИНИЧЕСКОГО ОНКОЛОГИЧЕСКОГО ДИСПАНСЕРА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

УДК 517.444, 614.1

*Собченко К.В., Коваленко А.В., Кошкарров А.А., Мурашко Р.А., Шаров С.В. Разработка алгоритма автоматизированного вейвлет-анализа данных о работе регистратуры клинического онкологического диспансера на региональном уровне (ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия; ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства Здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия)*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена проблематика загруженности регистратуры на примере государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Клинического онкологического диспансера № 1» Министерства Здравоохранения Краснодарского края. Ведению расписания приемов специалистов и записи на прием к врачу в электронном виде принадлежит ключевая роль, как наиболее массового и социально ориентированного медицинского сервиса. Целью исследования является автоматизация вейвлет-анализа данных о работе регистратуры. Для достижения данной цели использовались методы вейвлет-анализа информации, которые были применены на практике и могут быть аналогично использованы в других медицинских учреждениях. За счет автоматизации процесса вейвлет-анализа данных о записи пациентов на прием к врачу, содержащихся в медицинской информационной системе, возможно составление оптимального графика работы регистраторов и, как следствие, уменьшение времени ожидания пациентов в регистратуре, что позволяет повысить оценку отношения медицинского персонала и условий оказания медицинской помощи. Для обеспечения регулирования интенсивности потока населения, создания равномерной нагрузки врачей и распределения его по видам оказываемой помощи, анализ и оптимизацию графиков



работы регистратуры необходимо проводить регулярно и автоматически с учетом установленных норм нагрузок.

**Ключевые слова:** вейвлет-анализ, временной ряд, медицинская информационная система, запись на прием к врачу, регистратура.

UDC 517.444, 614.1

Sobchenko K.V., Kovalenko A.V., Koshkarov A.A., Murashko R.A., Sharov S.V. *Development of an algorithm for automated wavelet analysis of clinical oncology dispensary registry data at the regional level (Kuban State University, Krasnodar, Russia; Krasnodar Regional Oncological Dispenser, Krasnodar, Russia)*

**Abstract.** This article describes the issue of overload of the registry on the example of the state budgetary health care institution clinical oncological dispensary No. 1 of the Ministry of health of the Krasnodar territory. Maintaining a schedule of appointments and appointments to the doctor in electronic form plays a key role in healthcare information systems as the most widespread and socially oriented medical service. The aim of the study is to develop an algorithm for automated wavelet analysis of data on the work of the registry. To achieve this goal, there are used the methods of wavelet analysis of information that have been applied in practice and can be reused in other medical institutions. It is possible to create an optimal schedule of work of registrars and as a result reduce the waiting time of patients at the reception, by automating the process of analysis of data on patient's appointments that contained in the healthcare information system. The reduction in waiting time should increase patient satisfaction and improve the overall impression of the health facility. For each institution, the workload schedule of the registry will be different and may change over time. It follows that the analysis and optimization of work schedules should be carried out regularly and automatically.

**Keywords:** wavelet analysis, time series, healthcare information system, appointment to the doctor, registry.

## ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии широко применяются в повседневной жизни общества. В информационных системах накапливаются многочисленные данные, которые могут быть использованы для решения задач по оптимизации работы процессов из различных областей [6, 7, 11], в т.ч. медицины.

Ведению расписания приемов специалистов и записи на прием к врачу в электронном виде принадлежит ключевая роль, как наиболее массового и социально ориентированного медицинского сервиса. Имея возможность электронной записи на прием медицинское учреждение не только повышает удобство для пациентов, но и одновременно понижает накладываемую на регистратуру нагрузку. Системы удаленной записи к врачу уже давно набрали популярность [3], а их эффективность, в целом, существенна. Так, в работах исследователей [4, 5, 9, 17, 18] из разных субъектов РФ, практически все разработчики и пользователи констатируют, что за счет равномерного распределения потока пациентов существенно сократились очереди в регистратурах поликлиник. Регулярный мониторинг, контроль и анализ данных о планировании посещений медицинского учреждения пациентами позволяют определить эффективность работы и обозначить аспекты деятельности, нуждающиеся в оптимизации.

В данной статье рассмотрена проблематика загруженности регистратуры на примере государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Клинического онкологического диспансера



№ 1» Министерства Здравоохранения Краснодарского края (далее ГБУЗ КОД № 1). Данная тема не нова, но актуальна; в других сферах можно найти схожие примеры, такие как загруженность административной стойки в гостинице или центра приема звонков в банке.

За счет автоматизации процесса анализа данных о записи пациентов на прием в ГБУЗ КОД № 1 возможно составление оптимального графика работы регистраторов и, как следствие, уменьшение времени ожидания пациентов в регистратуре, что позволяет повысить оценку отношения медицинского персонала и условий оказания медицинской помощи.

Целью исследования является автоматизация вейвлет-анализа данных о работе регистратуры ГБУЗ КОД № 1. Для достижения данной цели использовались представленные в статье методы анализа информации, которые были применены на практике и могут быть аналогично использованы в других медицинских учреждениях.

## МАТЕРИАЛЫ

Врач-онколог первичного онкологического кабинета или первичного онкологического отделения направляет больного в онкологический диспансер для уточнения диагноза (в случае невозможности установления диагноза, распространенности онкологического процесса и стадирования заболевания врачом-онкологом первичного онкологического кабинета или первичного онкологического отделения) и оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи [13].

Каждый рабочий день через регистратуру ГБУЗ КОД № 1 проходит в среднем 1300 пациентов. Посетители записываются на прием, уточняют информацию, получают на руки талоны на прием к врачам. Для их обслуживания необходима современная медицинская информационная система (далее МИС) и квалифицированный персонал – регистраторы.

Повышение доступности регистратуры для пациентов достигается за счет разделения функций медицинских регистраторов. Можно выделить пять групп регистраторов: стол справок – 2 человека; регистратура, ведущая прием по полисам ОМС (обязательного медицинского страхования) – 8 человек; регистратура платных услуг – 3 человека; call-центр – 4 человека; архив медицинской документации – 10 человек.

Еженедельно через шину [10] обмена данными, реализованную государственным бюджетным учреждением здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» Министерства Здравоохранения Краснодарского края (далее МИАЦ), для исполнения приказа Министерства Здравоохранения Краснодарского края № 3600 [12] в ГБУЗ КОД № 1 направляется в среднем 300 электронных направлений на прием врачу-онкологу.

В базе данных МИС ГБУЗ КОД № 1 ведется учет всех созданных и отмененных записей пациентов на прием. Для исследования уровня интенсивности записи пациентов в регистратуре получен массив данных, содержащий информацию о случаях планирования пациентов в расписании за 2017 год, состоящий из 320 135 записей. Каждая запись состоит из трех полей, необходимых для анализа: дата создания случая планирования пациента на прием; время создания случая планирования пациента на прием; пользователь, создавший случай планирования пациента на прием.

## МЕТОДЫ

Для анализа статистических данных о деятельности регистратуры ГБУЗ КОД № 1 за 2017 г. применялись методы вейвлет-анализа. Вейвлет-анализ сигналов является обобщением спектрального анализа. При помощи вейвлет-преобразования решаются такие задачи как: очистка временного ряда от шума (практически любой сигнал содержит не только полезную информацию, но и следы посторонних



воздействий), сжатие информации (основывается на повышении энтропии сигнала), прогнозирование временных рядов путем их экстраполяции.

Вейвлет-преобразование одномерного сигнала состоит в его разложении по базису, сконструированному из обладающей определенными свойствами функции вейвлета посредством масштабных изменений и переносов [1]. Непрерывное вейвлет-преобразование определяется формулой 1.

$$CWT_x^\psi(\tau, s) = \Psi_x^\psi(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int x(t) \psi^* \left( \frac{t - \tau}{s} \right) dt \quad (1)$$

Как видно из формулы 1, результат преобразования это есть функция двух переменных,  $s$  и  $\tau$ , параметры масштаба и сдвига соответственно.

В численном и функциональном анализе вейвлет-преобразования относят к преобразованиям, в которых вейвлеты представлены дискретными сигналами. Дискретное вейвлет-преобразование обладает свойством децимации в два раза – то есть получаемые вектора коэффициентов детализации и аппроксимации короче исходного вектора в два раза.

Проблематика данной статьи рассматривается в теории массового обслуживания. Теория массового обслуживания [15] или очередей – раздел теории вероятностей, целью исследований которого является рациональный выбор структуры системы обслуживания и процесса обслуживания на основе изучения потоков требований на обслуживание, поступающих в систему и выходящие из нее длительности ожидания и длины очередей [14].

В качестве требований к информационной поддержке пациентов использованы методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций, утвержденных Минздравом России в феврале 2016 г., при адаптации на региональном уровне [8].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Последовательность процессов разработанного алгоритма автоматизированного анализа данных регистратуры изображена на рис. 1.

Первичная обработка всего массива данных о работе регистратуры за 2017 г.

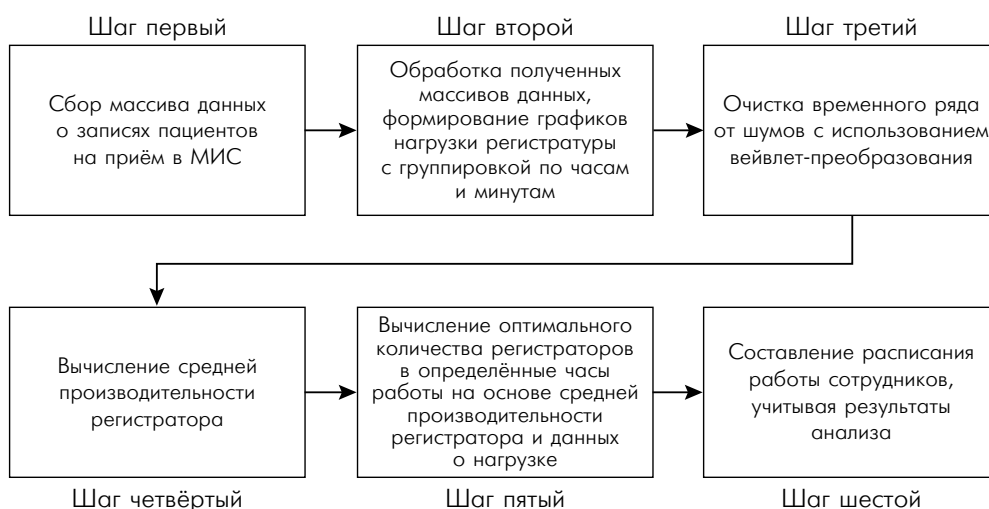


Рис. 1. Процессы анализа данных для составления расписания работы регистратуры





была осуществлена в программе для работы с электронными таблицами *Microsoft Excel*. При помощи сводной таблицы, изображенной на *рис. 2*, рассмотрена информация о количестве фактов записи пациентов на прием в ГБУЗ КОД № 1, сгруппированная по часам и выведенная на график.

Для более подробного рассмотрения возможно выведение графика с группировкой по минутам, продемонстрированное на *рис. 3*.

На *рис. 3* фиксируется зашумленность графика. Для аппроксимации графика временного ряда была использована программа [16], которая с помощью вейвлет-преобразования очистила временной ряд от излишнего шума. Результат работы программы приведен на *рис. 4*.

Как можно увидеть из графиков, представленных на *рисунках 2, 3, 4*, первый локальный максимум наблюдается в 06:30 утра – время начала работы регистратуры в ГБУЗ КОД

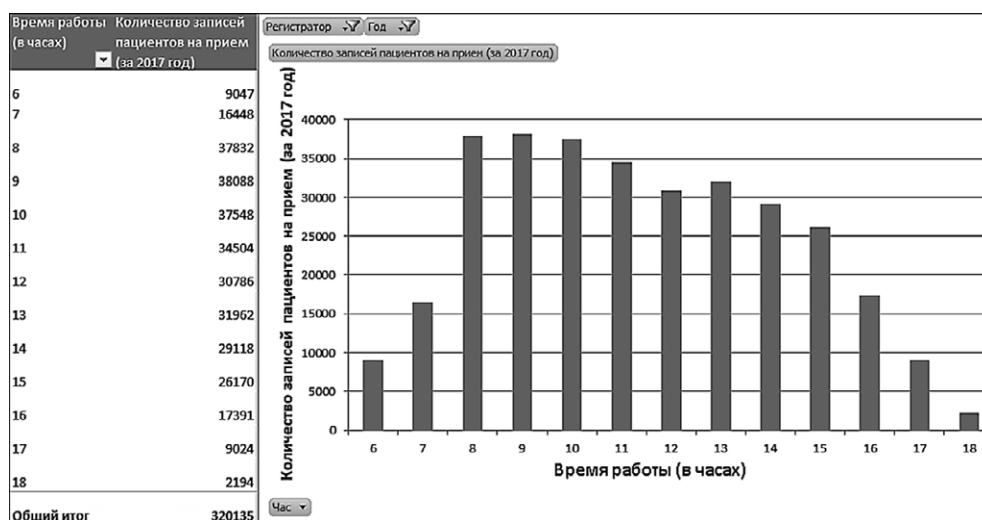


Рис. 2. Факты записи пациентов на прием по часам

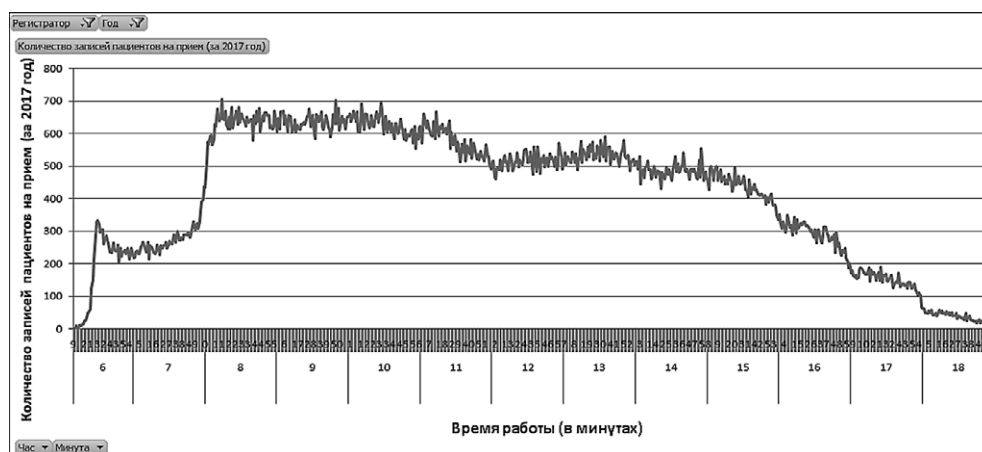


Рис. 3. Факты записи пациентов на прием по минутам

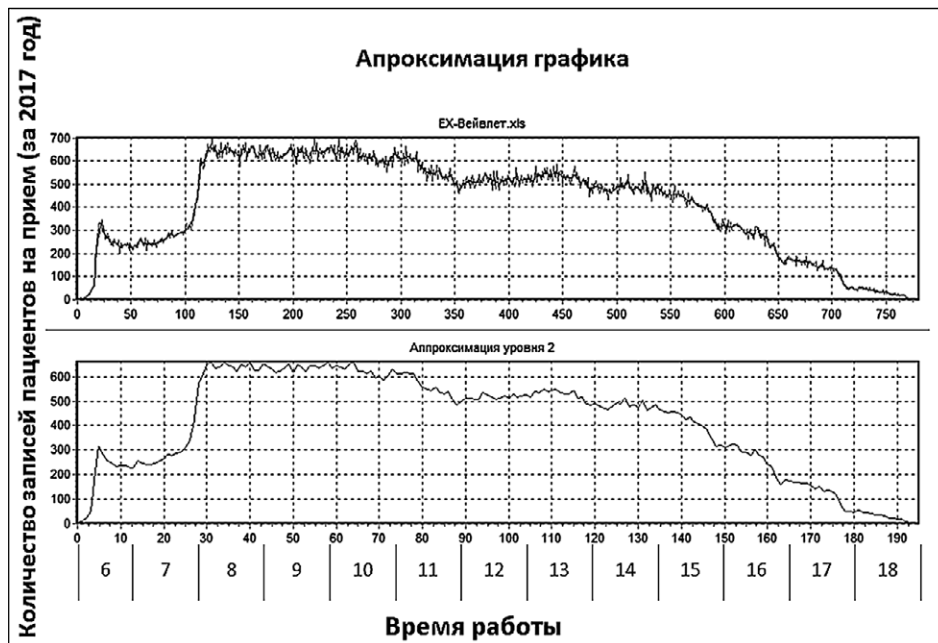


Рис. 4. Аппроксимация временного ряда

№ 1. Второе увеличение нагрузки происходит в 8:00 – начало приема кабинетов врачей-онкологов ГБУЗ КОД № 1. Также можно зафиксировать этапы падения нагрузки с 12:00 и с 16:00 часов, связанные с уменьшением потока посетителей.

Опытным путем установлено, что с принятием потока пациентов в пиковую нагрузку справляется 17 регистраторов. На основе полученных данных о количестве записей пациентов на прием в часы максимальной нагрузки и количестве регистраторов, ведущих запись на прием, рассчитана средняя производительность одного регистратора. С использованием значений количества записей

пациентов на прием и значения средней производительности регистратора было вычислено оптимальное количество регистраторов, необходимых для работы в определённые часы (таблица 1).

Используя данные из таблицы 1, можно составить оптимальные графики работы сотрудников, что приведет к уменьшению простоя человеческих ресурсов в часы меньшей нагрузки на регистратуру. Кроме того повышению эффективности записи на прием может способствовать организация выделенного контактного центра, хранилища карт и удаленной записи пациентов на прием.

Таблица 1

**Оптимальное количество регистраторов в определенные часы работы**

Часы работы	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Количество регистраторов	4	7	17	17	17	15	14	14	13	12	8	4	1





## ВЫВОДЫ

В результате исследования разработан алгоритм автоматизированного вейвлет-анализа данных о работе регистратуры, обработан массив данных о записи пациентов на прием к врачу, рассчитано оптимальное количество регистраторов в определенные часы работы в ГБУЗ КОД № 1.

Составлены оптимальные графики работы сотрудников путем совершенствования существующих форм работы регистратуры с учетом установленных норм нагрузок. Для обеспечения регулирования интенсивности потока населения, создания равномерной нагрузки врачей и распределения его по видам оказываемой помощи, анализ и оптимизацию графиков работы регистратуры необходимо проводить регулярно и автоматически.

Автоматизация позволяет проводить вейвлет-анализ данных в нескольких разрезах. Например, в разные дни недели графики могут отличаться или же накануне праздников можно ожидать отличный от повседневного результат. Также для анализа возможно использование и других данных, накопленных в МИС, таких как длительность приема врача, длительность задержки приема относительно планового времени и другие.

Совокупность полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что цель исследования достигнута, и рекомендовать использование разработанного алгоритма администрациям медицинских учреждений, для которых актуальна задача повышения эффективности организации записи на прием к врачу.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: Основы теории и примеры применения / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук –1996. – Т. 166 – № 11 – С. 1145–1170.
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. // Москва, РХД, 2001.
3. Гусев А.В. Обзор решений «Электронная регистратура» / А.В. Гусев // Врач и информационные технологии. – 2010. – № 6. – С. 4–15.
4. Губарева Т.В. Информатизация здравоохранения / Т.В. Губарева, К.И. Миронова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2011. – № 4 (6). – С. 15–25.
5. Кведер Л.В. Развитие сервиса «Электронная регистратура Самарской области» / Л.В. Кведер, А.А. Гермизина // Управление качеством медицинской помощи. – 2014. – № 1. – С. 13–16.
6. Коваленко А.В. Анализ факторов, влияющих на финансово-экономическое состояние предприятия/ А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев// Вестник РГТЭУ – № 42. С. 21–31.
7. Коваленко А.В. Расчет и анализ временных характеристик электроконвекции в мембранных системах / А.В. Коваленко, Е.Н. Евдоченко, М.Х. Уртенев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 05(109). С. 958–970. – IDA [article ID]: 1091505066. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/66.pdf>, 0,812 у.п.л.
8. Кошкаргов А.А. Структурная адаптация федеральных требований к медицинским информационным системам на региональном уровне / А.А. Кошкаргов // Политемати-



ческий сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 05(119). – С. 889–925. – IDA [articleID]: 1191605064. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/05/pdf/64.pdf>, 2,312 у.п.л.

9. *Малых Д.А.* Особенности реализации услуги «Электронная регистратура» в лечебно-профилактических учреждениях города Ульяновска / Д.А. Малых, В.И. Горбунов, А.Л. Малых // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – № 4. – С. 70–73.
10. Описание интеграционных профилей Управление очередями, сайт государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» Министерства Здравоохранения Краснодарского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.miackuban.ru/эксплуатация-информационных-систем/регламенты-информационного-взаимодействия/item/описание-интеграционных-профилей-управление-очередями> (08.06.2018).
11. *Осипов Д.С.* Применение вейвлет преобразования для расчета мощности в системах электроснабжения при нестационарных режимах работы / Д.С. Осипов, Д.В. Коваленко, Л.А. Файфер // Инновации в науке: сб. ст. по материалам II междунар. научн.-практ. конф. № 11(48). Ч. II. Новосибирск: СибАК. – 2015. – С. 126–142.
12. Приказ Министерства Здравоохранения Краснодарского края от 07 августа 2017 г. № 3600 «О Региональном сервисе управления потоками пациентов по направлениям на консультации и диагностические исследования в государственные и муниципальные медицинские организации, оказывающие специализированную медицинскую помощь по направлениям».
13. Приказ Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 15 ноября 2012 г. № 915н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «онкология»».
14. *Прохоров Ю.В.* Теория массового обслуживания или очередей / Ю.В. Прохоров // Математический энциклопедический словарь. – 1988. – 847 с.
15. *Саакян Г.Р.* Теория массового обслуживания. Лекции ЮРГУЭС Шахты, 2006.
16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619076 «Программный комплекс Фурье и вейвлет анализа» / Коваленко А.В., Уртенцова М.Х., Собченко К.В. – Заявка № 2017615871. Дата поступления: 20 июня 2017 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 15 августа 2017 г.
17. *Токмагашева Ю.В.* Достоинства и недостатки единого портала записи на прием к врачу Кемеровской области / Ю.В. Токмагашева // В сборнике: Перспективы развития информационных технологий. Труды Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Международный научно-образовательный центр КузГТУ-ArenaMultimedia. – 2014. – С. 149.
18. *Шарафутдинова Н.Х.* Внедрение информационных технологий в амбулаторно-поликлиническую практику / Н.Х. Шарафутдинова, Ж.А. Иржанов, А.Х. Турьяно, С.В. Шагарова, Р.М. Мустафин // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2012. – Т. 18. – № 10–1 (129). – С. 167–169.