

УДК 331.103.6

Костина Анастасия Олеговна

Пушкинский таможенный пост Балтийской таможни
Россия, Санкт-Петербург

И. о. заместителя начальника отдела таможенного оформления и таможенного контроля
Российская таможенная академия
Россия, Москва¹

Аспирант

E-Mail: Kostinaao@gmail.com

Совершенствование оперативного управления загруженностью должностных лиц таможенных постов

Аннотация. Таможенные посты, осуществляющие выпуск товаров, во многом определяют скорость товарооборота. Первостепенную роль играют отделы таможенного оформления и таможенного контроля. Связанная с переменной интенсивностью товаропотока, неравномерность рабочей нагрузки с одной стороны может снизить качество и скорость проводимого таможенного контроля, с другой – вызвать потери рабочего времени. Решение данной проблемы невозможно без разработки методического подхода к организации работы должностных лиц с постоянной интенсивностью. При этом в научной литературе недостаточно исследований, посвященных анализу вероятностных характеристик процесса таможенного контроля товаров. В статье исследованы условия применения теории массового обслуживания и метода Монте-Карло с целью использования при моделировании функционирования отделов таможенного оформления и таможенного контроля. Для этого потребовалось проверить статистические гипотезы о распределении временных интервалов между последовательными поступлениями деклараций на товары и длительности времени выпуска товаров. Получены законы распределения эмпирических данных для расчета рационального количества должностных лиц в смене на заданном временном интервале. В целом результаты исследования направлены на совершенствование оперативного управления загруженностью должностных лиц отделов таможенного оформления и таможенного контроля.

Ключевые слова: отдел таможенного оформления и таможенного контроля; оперативное управление загруженностью должностных лиц; распределение временных интервалов между поступлениями деклараций на товары; распределение длительности выпуска товаров; проверка статистических гипотез; теория массового обслуживания, метод Монте-Карло.

Идентификационный номер статьи в журнале 105EVN314

¹ 140009, Московская область, г. Люберцы, Комсомольский проспект, д. 4

Введение

Стохастические колебания интенсивности товаропотока через таможенную границу неизбежно влекут неравномерность рабочей нагрузки на должностных лиц таможенных органов Российской Федерации. При этом основная нагрузка, связанная с проверкой документов и сведений, представляемых при таможенном декларировании товаров, приходится на должностных лиц отделов таможенного оформления и таможенного контроля таможенных постов, правомочных регистрировать декларации на товары и осуществлять выпуск² товаров в соответствии с заявленной таможенной процедурой (далее – отделы оформления).

Пиковые нагрузки на государственных таможенных инспекторов³ отделов оформления (далее – ГТИ) сопровождаются сокращением времени, затрачиваемого на проверку сведений, заявленных в одной декларации на товары (далее – ДТ), и соответственно увеличивают вероятность допущения ошибки. Напротив, при снижении интенсивности товаропотока, неизбежно возникают потери рабочего времени. Таким образом, существует объективная проблема неравномерной загруженности должностных лиц отделов оформления⁴. В то же время согласно стратегии ФТС России до 2020 г.⁵ обеспечение оптимальной нагрузки на должностных лиц является неотъемлемой частью комплекса мер по совершенствованию организационно-управленческой деятельности таможенной службы Российской Федерации. В связи с этим оптимизация загруженности должностных лиц таможенных постов является одной из приоритетных задач таможенной службы.

Управление загруженностью должностных лиц отделов оформления таможенных постов направлено на сглаживание пиковых нагрузок и сокращение периодов простоя ресурсов таможенного поста, что в конечном счете повысит эффективность таможенного контроля и скорость товарооборота.

Один из способов управления загруженностью должностных лиц отделов оформления – разработка методического подхода организации равномерной рабочей нагрузки, при которой потребность в должностных лицах как можно меньше отличается от фактической численности и состава смены. Такой подход предполагает разработку адекватной модели функционирования отдела оформления, учитывающей такие ключевые параметры процесса совершения таможенных операций и проведения таможенного контроля, как интервалы времени между последовательными поступлениями ДТ и времени, необходимого на выпуск товаров или принятия иного решения по задекларированным товарам. Исследование, изложенное в данной статье, посвящено повышению точности моделирования процесса осуществления таможенного контроля, направленного на совершенствование оперативного управления загруженностью должностных лиц отделов оформления.

Разработка модели функционирования отдела оформления требует теоретического и практического обоснования ее типа. При аргументации предложений, направленных на

² В соответствии с определениями терминов в ст. 4 Таможенного кодекса Таможенного союза под выпуском товаров понимается действие таможенных органов, разрешающее заинтересованным лицам использовать товары в соответствии с установленными для таможенных целей требованиями и условиями пользования и (или) распоряжения товарами на таможенной территории таможенного союза или за ее пределами.

³ В рамках данного исследования под государственными таможенными инспекторами подразумеваются в том числе старшие и главные государственные таможенные инспекторы.

⁴ С помощью показателя среднего уровня нагрузки на ГТИ отделов оформления и изучения его вариации на примере таможенных постов Балтийской таможни автором в работе [6] доказано существование объективной проблемы недостаточно результативного управления загруженностью должностных лиц отделов оформления в условиях колебаний товаропотока.

⁵ Стратегия развития таможенной службы Российской Федерации до 2020 г. утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2575-р.

совершенствование различных аспектов функционирования таможенных органов зачастую применяются методы теории массового обслуживания [3, 5, 9], подразумевающие простейший (стационарный пуассоновский) поток заявок, в данном случае в качестве заявок рассматриваются ДТ, и экспоненциальное распределение времени обработки заявки, в этом контексте времени выпуска товаров. Однако во многих случаях такой подход при моделировании может дать приближенный к реальной действительности результат.

Поток ДТ может быть рассмотрен как простейший, если он одновременно стационарен, ординарен и не имеет последствия. Вероятностные характеристики стационарного потока не зависят от времени, в частности, его интенсивность – величина постоянная: $\lambda(t) = \lambda$ [4, с. 337]. В случае анализа входящего потока ДТ условия ординарности и отсутствия последствия соблюдаются, при этом условие стационарности потока ДТ может быть выполнено только на интервалах относительной стабильности, на которые должен быть разделен рабочий день⁶.

1. Постановка задачи

В связи с вышесказанным рассмотрение функционирования таможенных постов (отделов оформления) как системы массового обслуживания возможно только на коротких интервалах времени при условии экспоненциального распределения времени поступления⁷ и обработки ДТ. В то же время, закон распределения может изменяться в зависимости от месяца, дня недели, времени суток, ситуации в регионе деятельности таможенного поста и пр. Поэтому для повышения точности моделирования в данной статье решается задача определения законов распределений интервалов поступления и выпуска ДТ в зависимости от перечисленных факторов, и приводится расчет рационального количества должностных лиц на заданном временном интервале.

2. Статистический анализ входного потока деклараций на товары

В качестве примера, проанализируем распределение времени между последовательными поступлениями ДТ в сентябре 2013 г. на Турухтанном таможенном посту Балтийской таможни⁸. Турухтанский таможенный пост выбран для анализа в связи с тем, что это один из самых крупных постов Северо-западного региона. Сентябрь 2013 г. для этого поста характеризуется средней рабочей нагрузкой на должностных лиц по сравнению с другими месяцами года, т.е. это самый типичный по количеству ДТ месяц в году. Для проведения статистических расчетов использован пакет прикладных программ (далее – ППП) Statistica 10⁹.

В соответствии с общепринятой методикой [7, с. 345] проверки статистических гипотез¹⁰ о распределении случайной величины сформулируем нулевую гипотезу H_0 , согласно которой временные интервалы между поступлениями ДТ имеют экспоненциальное распределение, и альтернативную H_1 – временные интервалы имеют распределение, отличное от

⁶ Проведенный автором статистический анализ в работе [6] позволяет сделать вывод о том, что средняя нагрузка на инспекторский состав отделов оформления подвержена трем видам колебаний: квартальным, в течение недели и в течение рабочей смены, в силу колебаний входящего потока ДТ.

⁷ Когда временные интервалы между моментами последовательных поступлений заявок распределены по экспоненциальному закону с математическим ожиданием $1/\lambda$, число поступлений заявок характеризуется распределением Пуассона с математическим ожиданием λt . Верным является и обратное утверждение. [11, с. 638]

⁸ Статистические данные в настоящей работе получены автором в ходе проведения научно-исследовательских работ в Балтийской таможне.

⁹ Стоит отметить, что автором использовалась англоязычная версия системы Statistica 10. В связи с тем, что результаты анализа оставлены без изменений, заголовки графиков отображаются на английском языке.

¹⁰ Статистической гипотезой называется любое предположение о виде или параметрах неизвестного закона распределения [7, с. 345].

экспоненциального. В данном случае это ситуация принять-поддержать – accept-support (далее – AS). В AS исследовании ошибка первого рода представляет собой отвержение проверяемой гипотезы, когда она верна, а ошибка второго рода – принятие проверяемой гипотезы при справедливости альтернативной [13].

С использованием ППП Statistica 10 на рис. 1 получена гистограмма распределения временных интервалов между последовательными поступлениями ДТ в сентябре 2013 на Турухтанном таможенном посту, при этом временные интервалы измерены в секундах. Количество зарегистрированных ДТ данным постом за анализируемый период 9458 шт., т.е. выборка достаточно репрезентативна.

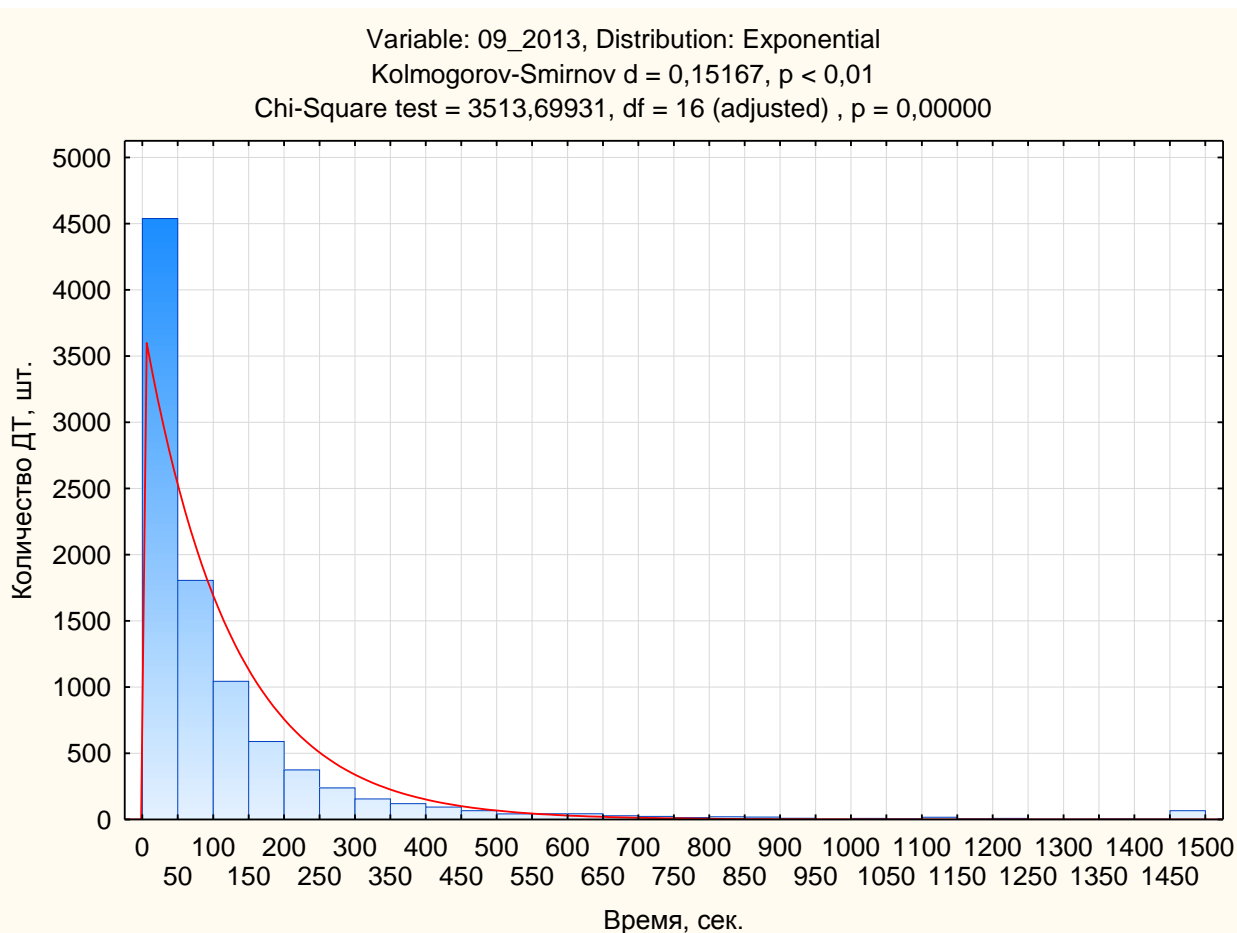


Рис. 1. Гистограмма распределения временных интервалов между поступлениями ДТ в сентябре 2013 г. на Турухтанном таможенном посту (от 1 до 1500 секунд) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

На рис. 1 помимо гистограммы эмпирического распределения данных показана кривая плотности ожидаемого экспоненциального распределения. По оси ординат автором указано количество ДТ в штуках, по оси абсцисс – временные интервалы между последовательными поступлениями ДТ в секундах. На рис. 1 показано 9373 декларации на товары, поступивших с интервалами, не превышающими 25 минут (1500 секунд), более длинные интервалы (от 1500 до 7884 секунд) между появлениями ДТ на рис. 1 не представлены в связи с их малочисленностью. Параметры ожидаемого экспоненциального распределения на рис. 1: $\lambda=0,08$ ДТ/с – интенсивность потока ДТ. Среднее время ожидания новой ДТ – величина $1/\lambda=124$ с.

Рассмотрим подробнее информацию, обозначенную на рис. 1. Точность аппроксимации теоретического распределения поступления ДТ на Турухтанном таможенном посту оценена с

помощью статистических критериев¹¹ χ^2 (хи-квадрат) К. Пирсона (Chi-square test) и Колмогорова-Смирнова (Kolmogorov-Smirnov test), значения которых указаны в заголовке графика на рис. 1. Приведенные критерии согласия являются непараметрическими¹² критериями, т.е. не требуется, чтобы анализируемые переменные были нормально распределены. В связи с этим выбранные критерии универсальны и подходят для исследования закона распределения входящего потока деклараций на товары, кроме того их применение предусмотрено ППП Statistica и рассмотрено в [1] и [13] для решения схожих задач. Данные критерии согласия используют различные меры близости распределений, по-разному улавливают различные отклонения в эмпирических данных от предполагаемых теоретических законов распределений, поэтому обладают достаточной статистической мощностью¹³ при использовании в совокупности.

Следует пояснить суть выбранных статистических критериев и их интерпретацию в рамках анализа потоков деклараций на товары. Критерий Колмогорова-Смирнова основан на максимуме разности между кумулятивным распределением выборки и предполагаемым кумулятивным распределением. Чем меньше полученное значение критерия Колмогорова-Смирнова, тем ближе распределение случайной величины к теоретическому, и меньше оснований отвергнуть проверяемую гипотезу. [13]

В критерии согласия χ^2 Пирсона мерой расхождения теоретического и эмпирического распределений является взвешенная сумма квадратов отклонений [2, с. 330]. При использовании данного критерия интервалы группировки, в которых ожидаемые при гипотезе частоты меньше пяти, объединяют, т.к. ухудшается качество аппроксимации распределения критериальной статистики распределением χ^2 . В ППП Statistica все необходимые вычисления и поправки на число степеней свободы производятся автоматически, если для критерия χ^2 отмечено условие – составные интервалы (Combine Categories) [1, с. 186]. Поэтому на рис. 1 в заголовке графика указано «adjusted», это означает, что количество степеней свободы скорректировано. Статистика χ^2 принимает значения от нуля до бесконечности. Чем меньше значение статистики, тем более вероятно, что гипотеза не противоречит эмпирическим данным.

Больше информации о степени согласия наблюдаемого распределения интервалов между поступлениями ДТ на Турухтанном таможенном посту с теоретическим распределением можно получить из уровня статистической значимости. В ППП Statistica уровень значимости обозначается буквой « p » и означает вероятность допустить ошибку первого рода, т.е. отвергнуть нулевую гипотезу, когда она верна. Вероятность ошибки второго рода тем меньше, чем больше вероятность p . Как указано в [10, с. 96] эта вероятность позволяет судить о том, насколько хорошо выборка временных интервалов между поступлениями ДТ за сентябрь 2013 г. согласуется с теоретическим распределением, т.к. по существу представляет собой вероятность истинности нулевой гипотезы. Гипотезу о согласии не отвергают, если $p > \alpha$. Величина α задает вероятность ошибки первого рода.

¹¹ Статистический критерий (тест) – строгое математическое правило, по которому принимается или отвергается статистическая гипотеза [7, с. 346].

¹² Непараметрическая статистика – часть математической статистики, комплекс методов обработки статистических данных, не требующих, чтобы распределение вероятностей было описано каким-либо параметрическим законом распределения (например, нормальным). Отрицание, содержащееся в названии этого направления, имеет исторические корни: в 30-е гг. оно возникло как альтернатива господствовавшей тогда системе обработки данных, основанной на гауссовском (нормальном) распределении. «Непараметрические» как название для нового метода подчеркивало его универсальную применимость к непрерывным одномерным распределениям. [12]

¹³ Статистическая мощность в математической статистике – вероятность не допустить ошибку второго рода, т.е. отвергнуть нулевую гипотезу, когда она неверна [7, с. 346].

Как правило, если $p \geq 0,05$, то нулевая гипотеза принимается, если $p < 0,05$ – отвергается, однако величину 0,05 можно изменять исходя из целей исследования. Стоит отметить, что величина p еще не может считаться доказательством справедливости гипотезы, а говорит лишь о том, что гипотеза не противоречит экспериментальным данным и об отсутствии оснований ее отвергнуть.

На рис. 1 статистика Колмогорова-Смирнова оказалась равной 0,15167 с уровнем значимости $p < 0,01$. В этом случае ошибка первого рода очень значима. Вероятность справедливости нулевой гипотезы менее 1%. Статистика X^2 приблизительно равна 3585 с вероятностью $p = 0,00000$, из чего следует, что риск ошибиться, отвергнув гипотезу об экспоненциальном распределении времени между поступлениями ДТ практически равен нулю. Таким образом, входящий поток ДТ за сентябрь 2013 на Турухтанном таможенном посту не является простейшим, и применение методов теории массового обслуживания для моделирования входящего потока ДТ на данном периоде не обосновано.

Проверим возможность аппроксимации полученных автором наблюдений о входящем потоке ДТ другими распределениями, реализованными в ППП Statistica. Результаты обработки данных программным средством представлены в табл. 1, в которой предполагаемые распределения упорядочены по убыванию p -значения для критерия Колмогорова-Смирнова (K - S d). Указана также статистика хи-квадрат Пирсона (Chi-square) с вероятностью p . Оценивая результаты обработки данных, можно сделать вывод, что наблюдаемое распределение времени между поступлениями ДТ не принадлежит ни к одному из классов распределений, имеющих в ППП Statistica. В табл. 1 указаны также параметры всех рассмотренных распределений.

Таблица 1

Статистики распределений временных интервалов между поступлениями ДТ в сентябре 2013 г. на Турухтанном таможенном посту

Distribution summary (Spreadsheet3.sta) Variable: 09_2013 Ranked by: Kolmogorov-Smirnov								
Distribution	K-S d	K-S – p-value	Chi-square	Chi-square p-value	Chi- square df	Param 1	Param 2	Param 3
General Pareto (scale, shape)	0,047242	0,000000	240,3	0,00	17	61,4821	-0,532	-
Log Normal (scale, shape)	0,050997	0,000000	511,4	0,00	17	3,8096	1,526	-
Weibull (scale, shape)	0,054592	0,000000	678,5	0,00	17	94,7027	0,707	-
General Extreme Value (location, scale, shape)	0,064146	0,000000	1040,9	0,00	16	27,4885	36,093	1,02489

Стоит отметить, что указанные в табл. 1 законы: обобщённое распределение Парето, логнормальное распределение, распределение Вейбулла, обобщенное распределение экстремальных значений – часто используются для моделирования признаков с незначительным количеством больших значений и с сильной асимметрией в сторону малых значений, что характерно и для анализируемой выборки ДТ. В то же время и обобщенное распределение Парето, и распределение Вейбулла в частном случае содержат менее гибкое экспоненциальное распределение.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что анализируемые данные о временных интервалах между моментами последовательных поступлений ДТ на Турухтанном таможенном

посту за сентябрь 2013 г. представляют собой суперпозицию различных законов распределения. С целью моделирования входящего потока ДТ следует разбить весь период на несколько интервалов и затем определить законы распределения на каждом из них.

Для того чтобы определиться, на сколько интервалов следует разбить рабочий день, рассмотрим статистику регистрации ДТ. На рис. 2 в виде графика приведены суммарные данные о количестве зарегистрированных отделом оформления Турухтанного таможенного поста деклараций на товары за каждый час рабочего дня в сентябре 2013 г. Следует отметить, что данный пост работает ежедневно с 9.00 до 21.00 с перерывом на обед с 13.00 до 14.00. Как видно из рис. 2, существует два пика активности и один провал (обед). Такое «распределение» ДТ по часам рабочего дня свойственно для большинства таможенных постов. В связи с этим рабочий день может быть разбит на три равных интервала в соответствии с колебаниями рабочей нагрузки:

1-й интервал – первая половина рабочего дня с 9.00 до 13.00, количество поступающих ДТ растет, устанавливая к 12 часам максимум этого интервала;

2-й интервал – середина рабочего дня с 13.00 до 17.00, количество ДТ резко увеличивается после провала в обед, достигая к 14-15 часам своего максимума;

3-й интервал – конец рабочего дня с 17.00 до 21.00, количество ДТ заметно снижается, достигая своего минимума за рабочий день.

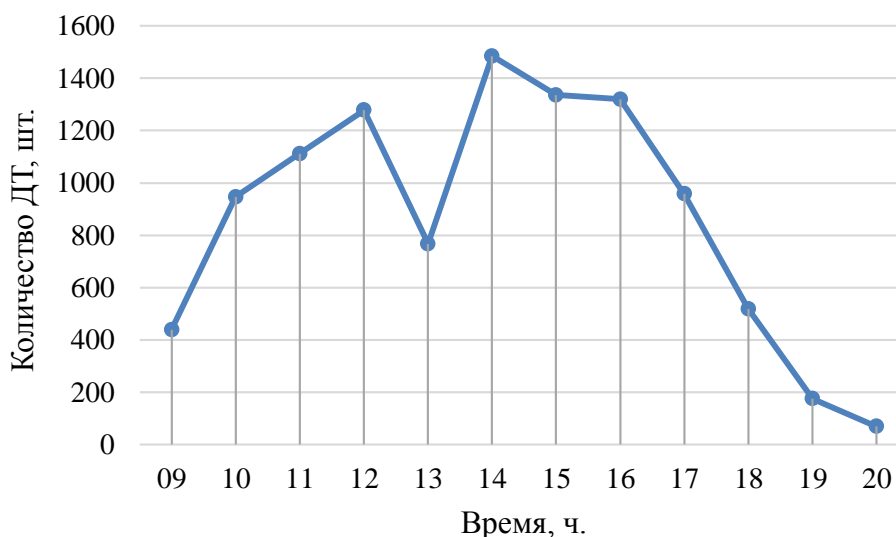


Рис. 2. Суммарное количество деклараций на товары, зарегистрированных за каждый час рабочего дня в сентябре 2013 г. (график построен автором)

Помимо дифференцирования рабочего дня на интервалы необходимо разделять будние, выходные и праздничные дни, т.к. они могут сильно отличаться интенсивностью входящего потока. Автором в работе [6] выявлены существенные различия между количеством поступающих ДТ в понедельник, субботу, воскресенье и вторник, среду, четверг, пятницу. В связи с этим рассмотрим полученные интервалы применительно к двум упомянутым группам дней недели.

2.1. Понедельник, суббота, воскресенье

2.1.1. 1-й интервал (с 9.00 до 13.00)

Для каждого интервала сначала следует проверить гипотезу об экспоненциальном распределении времени между поступлениями ДТ. На рис. 3 показано распределение временных интервалов между появлениями ДТ, измеренными в секундах с 9.00 до 13.00 во все понедельники, субботы и воскресенья сентября 2013 г. По оси ординат отмечены относительные частоты поступления ДТ с определенным интервалом в процентах. Количество наблюдений этой выборки 1043 ДТ. Исходя из информации, указанной в заголовке графика на рис. 3, ошибка первого рода очень значима, и данные о входящем потоке ДТ не согласуются с экспоненциальным распределением.

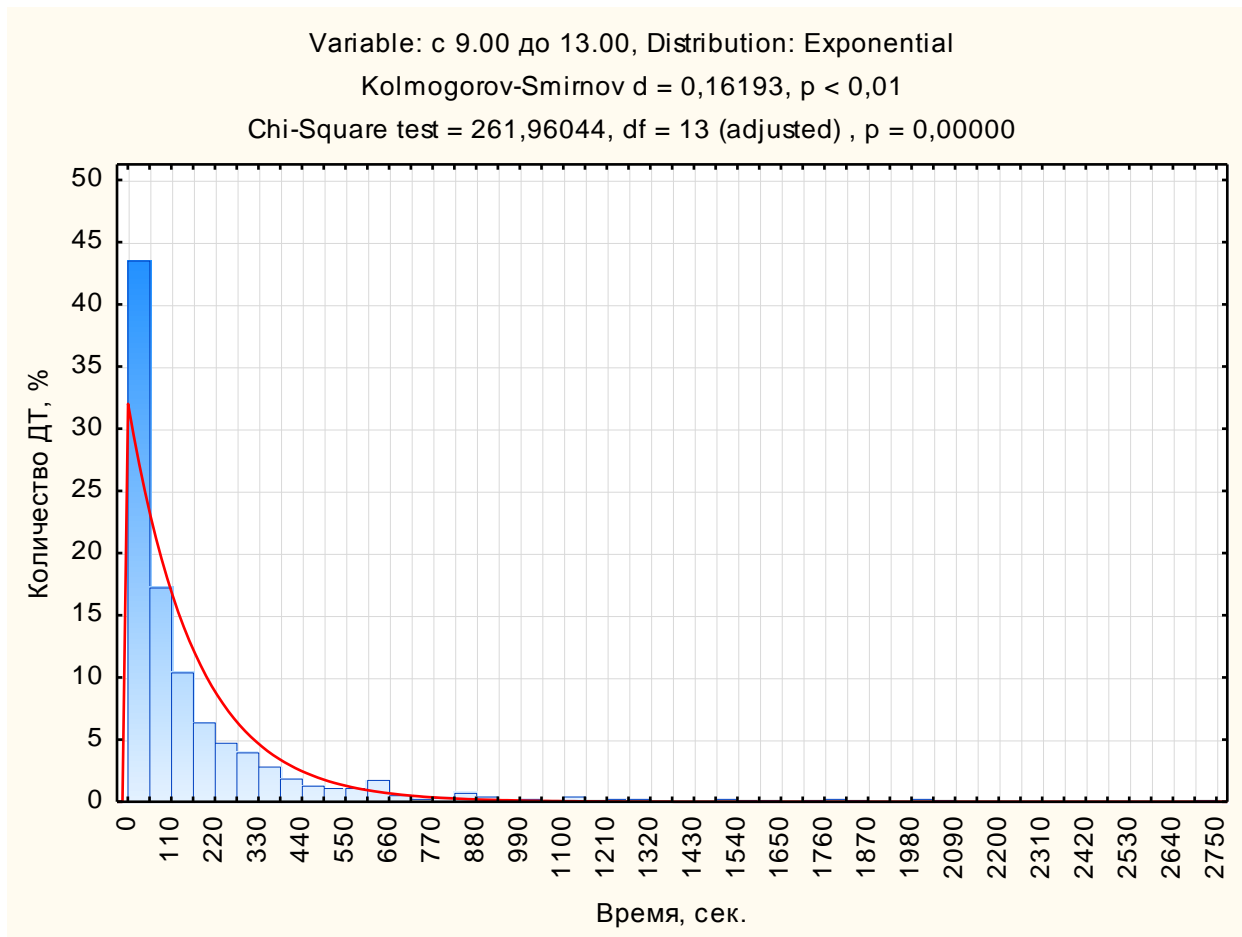


Рис. 3. Гистограмма распределения временных интервалов между поступлениями ДТ с 9.00 до 13.00 (понедельник, суббота, воскресенье) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

На следующем этапе проверим гипотезы о других распределениях значений интервалов времени между поступлениями ДТ, результаты аппроксимации представлены в табл. 2. В списке распределений в табл. 2 распределения так же упорядочены по убыванию p -значения для критерия Колмогорова-Смирнова. Таким образом, наиболее подходящее распределение Вейбулла указано в начале списка и выделено серым цветом. По уровню значимости $p=0,060120$ критерия Колмогорова-Смирнова и $p=0,25526$ критерия хи-квадрат Пирсона можно заключить, что риск допустить ошибку первого рода составляет примерно 6% и 25% соответственно, поэтому нет достаточных оснований отвергать гипотезу о согласии данных об интервалах между поступлениями ДТ с распределением Вейбулла. В табл. 2 указаны также

параметры всех подобранных распределений, которые могут понадобиться при моделировании входящего потока ДТ.

Таблица 2

Статистики распределений временных интервалов между поступлениями ДТ с 9.00 до 13.00 (понедельник, суббота, воскресенье)

Distribution summary (Spreadsheet3.sta) Variable: с 9.00 до 13.00 Ranked by: Kolmogorov-Smirnov								
Distribution	K-S d	K-S – p-value	Chi-square	Chi-square p-value	Chi-square df	Param 1	Param 2	Param 3
Weibull (scale, shape)	0,040825	0,060120	18,137	0,255526	15	135,3216	0,717	-
General Pareto (scale, shape)	0,047608	0,017112	43,196	0,000147	15	87,7351	-0,548	-
Log Normal (scale, shape)	0,056248	0,002613	63,008	0,000000	15	4,1479	1,580	-
General Extreme Value (location, scale, shape)	0,069946	0,000070	95,763	0,000000	14	38,4471	51,802	1,05600

На рис. 4 представлена аппроксимация данных о входящем потоке ДТ распределением Вейбулла. Кривая плотности вероятности распределения Вейбулла, показанная на рис. 4 красной линией, хорошо описывает только «тело» и «хвост» эмпирической гистограммы, что объясняет невысокие *p*-значения. Однако, этот закон распределения вполне подойдет для моделирования входящего потока ДТ.

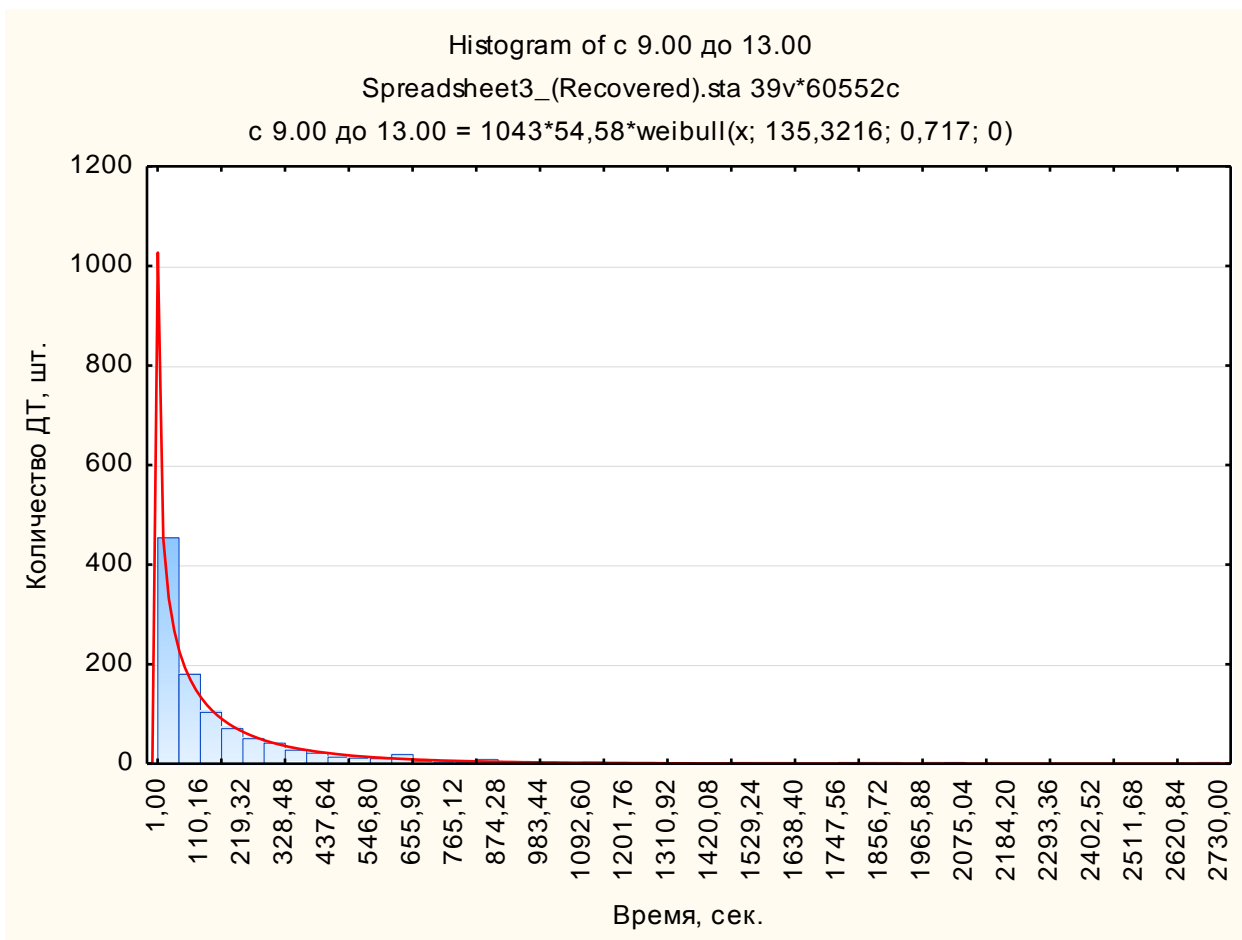


Рис. 4. Аппроксимация распределения временных интервалов между поступлениями ДТ с 9.00 до 13.00 распределением Вейбулла (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

На рис. 5 показан график Вероятность-Вероятность (Probability- Probability plot), который полезен для определения, насколько хорошо теоретическое распределение подходит для наблюдаемых интервалов между поступлениями ДТ. Графики вероятность-вероятность показывают связь функций наблюдаемого и теоретического кумулятивных распределений. Интервалу с номером i соответствует значение i/n на оси Y (т.е. функция наблюдаемого кумулятивного распределения) и значение $F(x(i))$ на оси X, где $F(x(i))$ есть значение функции теоретического кумулятивного распределения для соответствующего интервала $x(i)$. В случае, если модель абсолютно точно описывает наблюдаемые данные о входящем потоке ДТ, то синие кружочки на графике должны оказаться на красной прямой. [13] На рис. 5 наблюдаются небольшие отклонения от диагональной линии, поэтому можно заключить, что выравнивающая функция распределения интервалов между поступлениями ДТ подобрана верно.

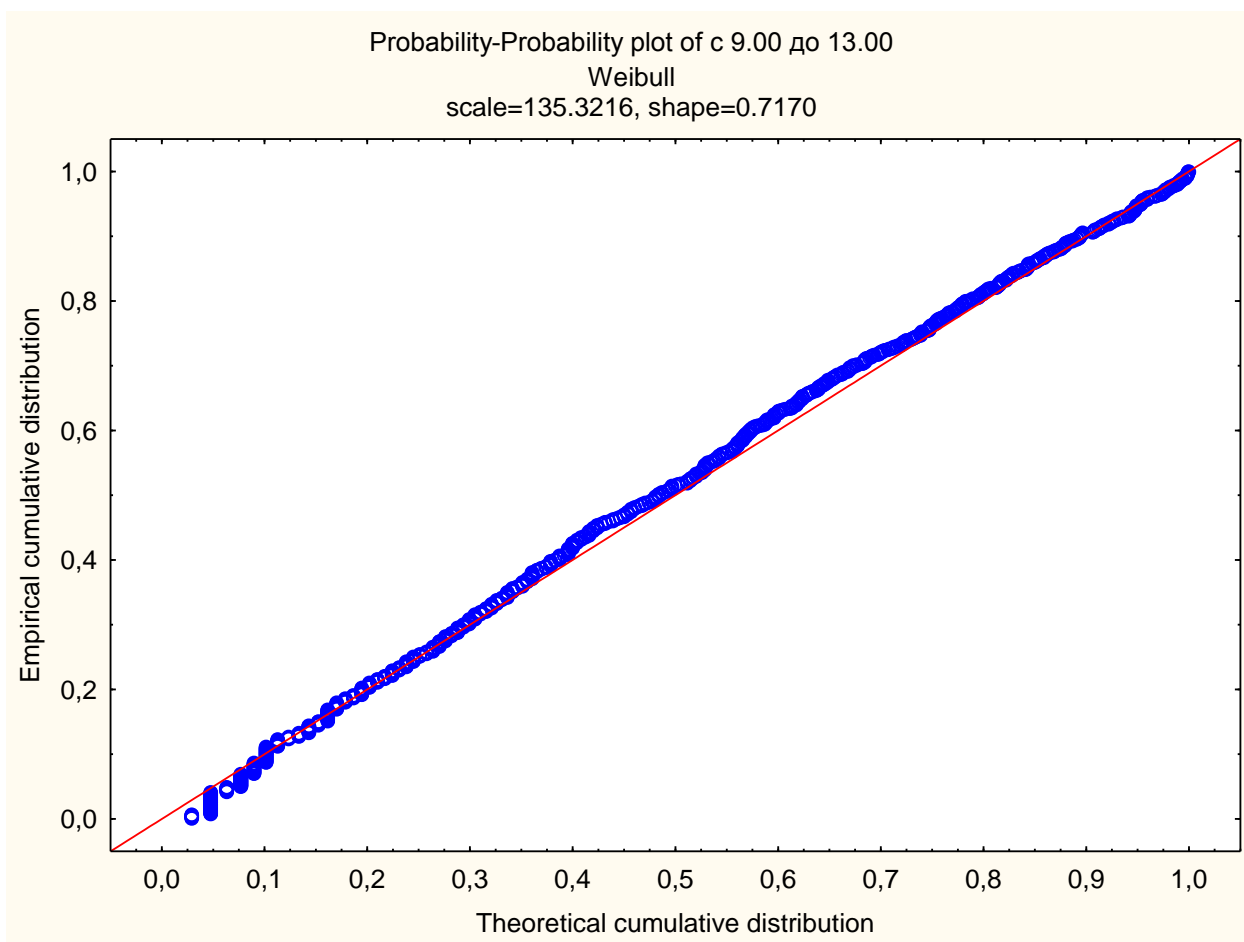


Рис. 5. График Вероятность-Вероятность для временных интервалов между поступлениями ДТ и распределения Вейбулла (построен автором с помощью ППП Statistica 10)

2.1.2. 2-й интервал (с 13.00 до 17.00)

Используя аналогичный подход, сначала проверим согласие наблюдаемых данных о входящем потоке ДТ с экспоненциальным распределением. Количество наблюдений – 1297 ДТ. Гистограмма и теоретическая кривая показаны на рис. 6. Основываясь на статистиках критериев согласия и уровне p , можно заключить то, что наблюдаемое распределение интервалов не согласуется с экспоненциальным распределением.

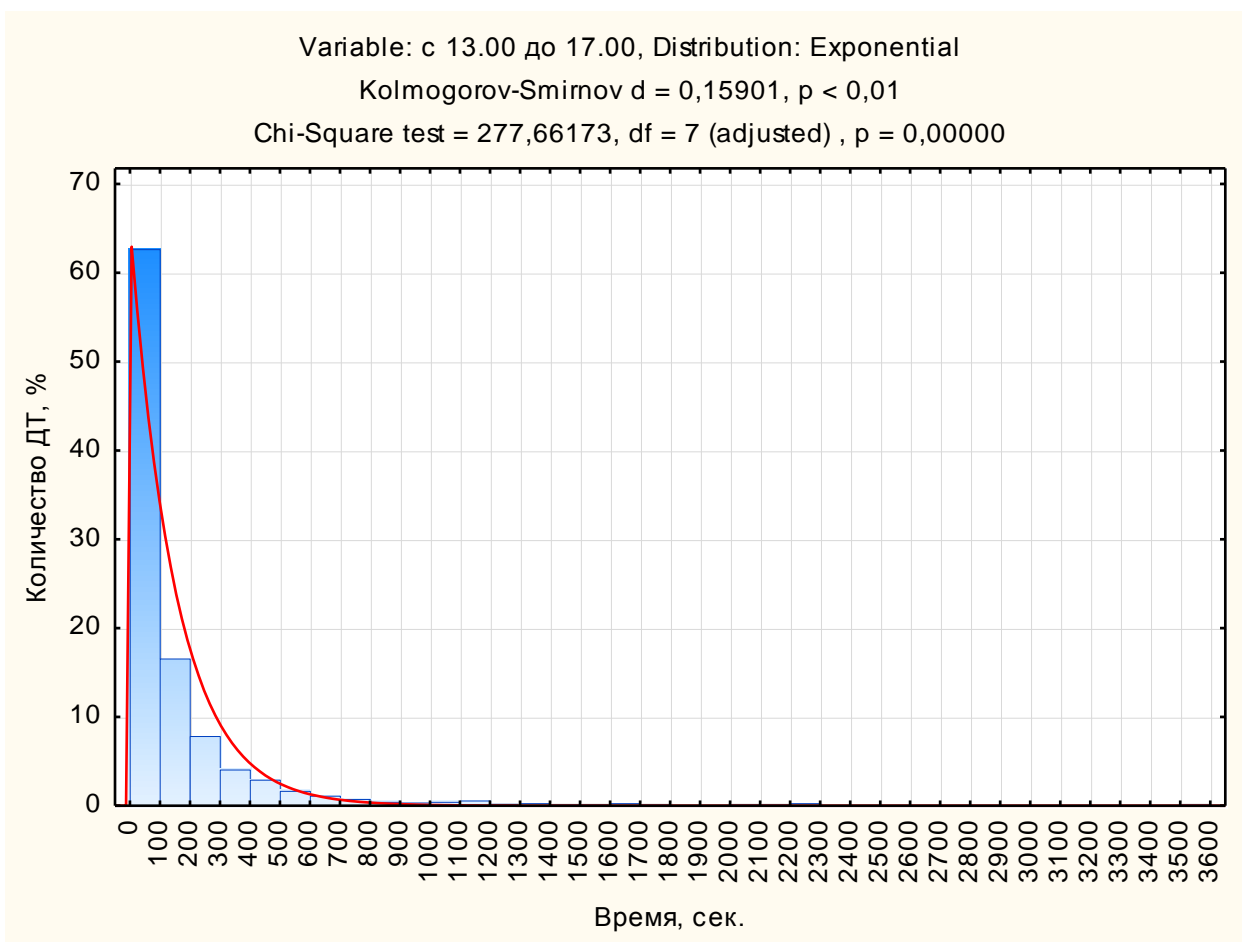


Рис. 6. Гистограмма распределения временных интервалов между поступлениями ДТ с 13.00 до 17. 00 (понедельник, суббота, воскресенье) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

Результаты проверки согласия с другими распределениями показаны в табл. 3.

Таблица 3

Статистики распределений временных интервалов между поступлениями ДТ с 13.00 до 17. 00 (понедельник, суббота, воскресенье)

Distribution summary (Spreadsheet3.sta) Variable: с 13.00 до 17.00 Ranked by: Kolmogorov-Smirnov								
Distribution	K-S d	K-S - p-value	Chi-square	Chi-square p-value	Chi-square df	Param 1	Param 2	Param 3
General Pareto (scale, shape)	0,043380	0,014720	9,886	0,05041	6	76,4606	-0,547	-
Log Normal (scale, shape)	0,050433	0,002629	43,278	0,000000	6	4,0385	1,533	-
General Extreme Value (location, scale, shape)	0,052293	0,001599	85,232	0,000000	5	35,2602	45,974	0,99633
Weibull (scale, shape)	0,052057	0,001705	24,126	0,000495	6	119,3731	0,716	-

В данном случае наиболее подходящим распределением оказалось обобщенное распределение Парето. Статистики p -значений невысокие, что говорит о том, что реальные интервалы между поступлениями ДТ неточно описываются теоретическим законом, это ожидаемые трудности, т.к. модель не может учитывать все параметры реального процесса совершения таможенных операций.

2.1.3. 3-й интервал (с 17.00 до 21.00)

Из рис. 7 очевидно, что время между последовательными поступлениями ДТ в конце рабочего дня по понедельникам, субботам и воскресеньям довольно точно аппроксимируется экспоненциальным распределением. Уровень статистической значимости критерия Колмогорова-Смирнова $p=n.s$ сообщает о незначимой ошибке первого рода (от англ. «non significant» – незначим). Стоит заметить, что количество наблюдений здесь 407 ДТ, меньше чем в остальных выборках, в связи с тем, что ниже интенсивность поступления ДТ в этот период. В данном случае экспоненциальное распределение интервалов между поступающими на регистрацию ДТ можно объяснить тем, что в относительном выражении перевес в сторону очень коротких интервалов меньше, чем в другие периоды.

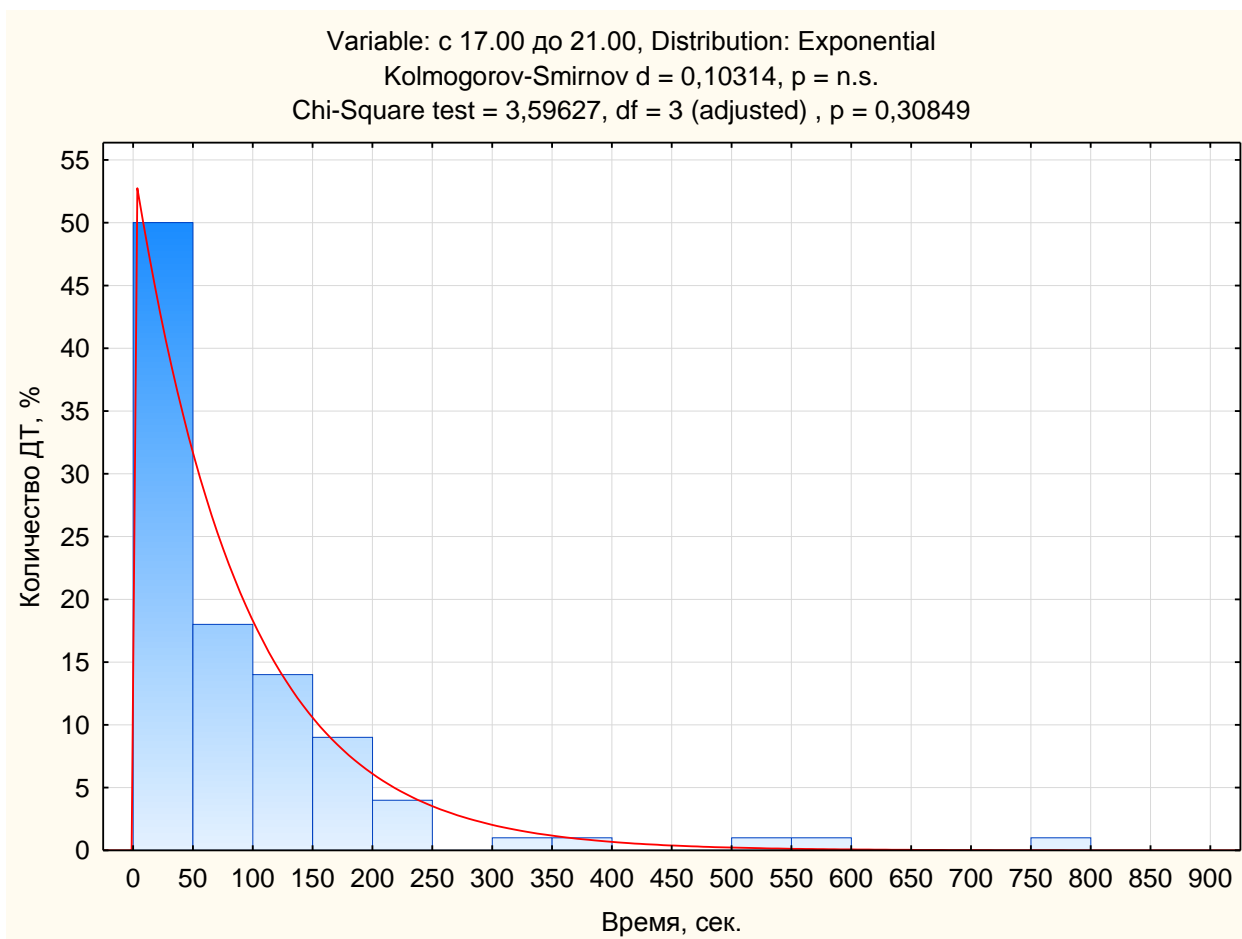


Рис. 7. Гистограмма распределения временных интервалов между поступлениями ДТ с 17.00 до 21.00 (понедельник, суббота, воскресенье) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

2.2. Вторник, среда, четверг, пятница

2.2.1. 1-й интервал (с 9.00 до 13.00)

Для данного интервала экспоненциальное распределение времени между поступлениями ДТ оказалось неподходящим. Результаты аппроксимации другими распределениями представлены в табл. 4. Количество ДТ заметно больше, чем в выходные дни и понедельник – 2225 ДТ. В данном случае наиболее подходящим является обобщённое распределение Парето, примечательно, что с помощью обобщенного распределения Парето часто описывают распределение признаков с «тяжёлыми хвостами»¹⁴. В данном исследовании «хвосты» распределений нельзя назвать «тяжелыми» поскольку при моделировании можно ими пренебречь.

Таблица 4

Статистики распределений временных интервалов между поступлениями ДТ с 9.00 до 13.00 (вторник, среда, четверг, пятница)

Distribution summary (Spreadsheet1.sta) Variable: с 09.00 до 13.00 Ranked by: Kolmogorov-Smirnov								
Distribution	K-S d	K-S - p-value	Chi-square	Chi-square p-value	Chi-square df	Param 1	Param 2	Param 3
General Pareto (scale, shape)	0,020022	0,330008	16,33	0,293436	14	71,0337	-0,262	-
Weibull (scale, shape)	0,032782	0,016381	27,24	0,017894	14	87,7968	0,843	-
General Extreme Value (location, scale, shape)	0,053070	0,000007	137,98	0,000000	13	33,2958	37,310	0,70679
Log Normal (scale, shape)	0,060184	0,000000	133,60	0,000000	14	3,8405	1,333	-

¹⁴ Распределение с «тяжелым хвостом» – это распределение, в котором присутствуют крупные, но редкие события, которыми нельзя пренебречь.

2.2.2. 2-й интервал (с 13.00 до 17.00)

На рис. 8 показано, что время поступления ДТ в интервал времени с 13.00 до 17.00 по будним дням (кроме понедельника) распределено по логнормальному закону с параметрами $\sigma=4,67$, $\mu=1,67$.

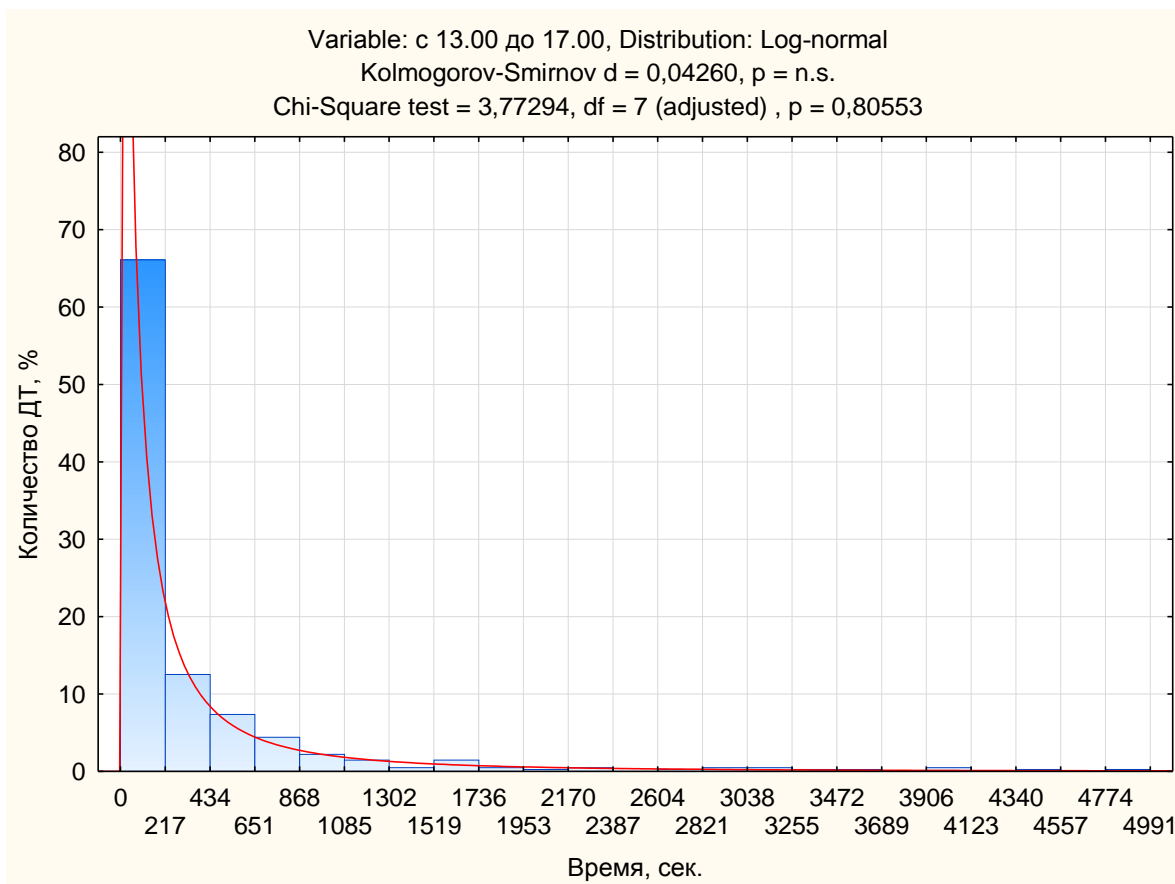


Рис. 8 Гистограмма распределения временных интервалов между поступлениями ДТ с 13.00 до 17.00 (вторник, среда, четверг, пятница) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

2.2.3. 3-й интервал (с 17.00 до 21.00)

Результаты в табл. 5, полученные с помощью пакета Statistica 10, свидетельствуют о том, что интервалы между последовательными поступлениями ДТ на Турухтанном таможенном посту в интервале с 17.00 до 21.00 в будние дни достаточно хорошо подчиняются обобщенному распределению Парето. Для критериев Колмогорова-Смирнова и хи-квадрат Пирсона p -значение оказывается намного больше, чем 0.05. Подгонку теоретического распределения к наблюдаемым интервалам можно зрительно оценить на графике вероятность-вероятность на рис. 9. Почти все точки попали на диагональную прямую.

Таблица 5

**Статистики распределений временных интервалов между поступлениями ДТ
 с 17.00 до 21.00 (вторник, среда, четверг, пятница)**

Distribution summary (Spreadsheet2.sta Variable: с 17.00 до 21.00 Ranked by: Kolmogorov-Smirnov)								
Distribution	K-S d	K-S - p-value	Chi-square	Chi-square p-value	Chi-square df	Param 1	Param 2	Param 3
General Pareto (scale, shape)	0,035097	0,127719	21,15	0,219734	17	90,1613	-0,514	
Weibull (scale, shape)	0,048064	0,011619	41,42	0,000813	17	137,0319	0,709	
Log Normal (scale, shape)	0,058765	0,000916	76,54	0,000000	17	4,1829	1,531	
General Extreme Value (location, scale, shape)	0,061756	0,000410	84,06	0,000000	16	42,5229	54,200	0,93417

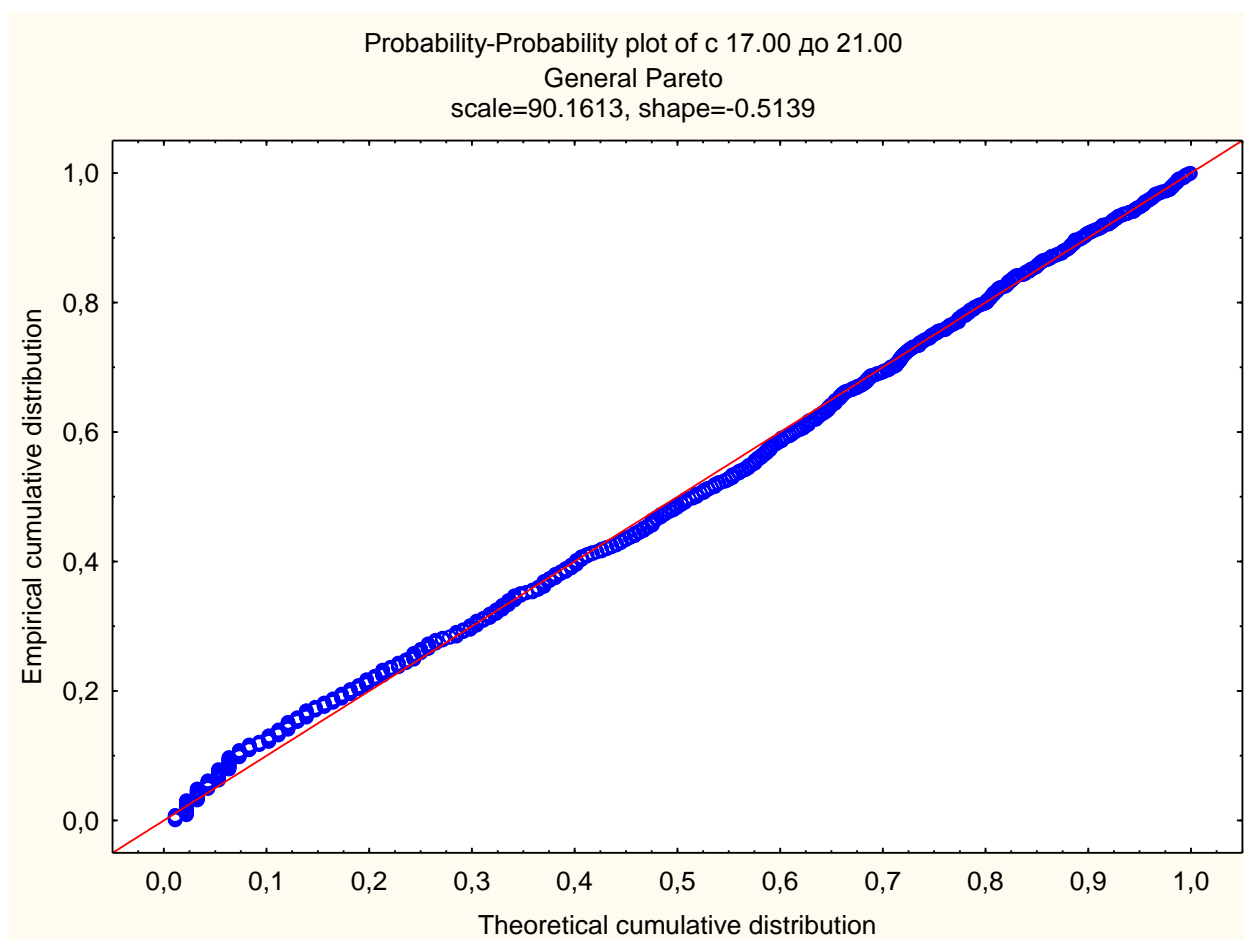


Рис. 9. График Вероятность-Вероятность для временных интервалов между поступлениями ДТ и обобщённого распределения Парето (построен автором с помощью ППП Statistica 10)

2.3. Статистический анализ времени выпуска (обслуживания) ДТ

Перейдем к анализу длительности выпуска товаров (или принятия иного решения в отношении ДТ) на Турухтанном таможенном посту. Под длительностью выпуска в данном случае подразумевается время непосредственной работы должностного лица в программном средстве с одной ДТ, без учета времени, затрачиваемого на проведение форм таможенного контроля, например, таможенного досмотра или на ожидание подтверждающих документов от декларанта. Количество выпущенных ДТ Турухтанном постом за сентябрь 2013 г. 9450 шт., т.е. немного меньше, чем зарегистрированных, однако разница несущественная и можно заключить, что интенсивность входящего потока равна интенсивности исходящего.

Как и при анализе входящего потока ДТ для аппроксимации эмпирического распределения длительности выпуска товаров целесообразно разделить весь изучаемый период на интервалы. В данном случае выходные (суббота, воскресенье) отделены от будних дней вследствие различий не только в количестве выпущенных ДТ, но и в законе распределения времени выпуска товаров.

На рис. 10 показана гистограмма распределения времени выпуска ДТ по выходным дням в секундах. Количество выпущенных ДТ отделом оформления Турухтанного таможенного поста в субботу и воскресенье в сентябре 2013 г. – 1554 шт. По рис. 10 можно заключить, что нет оснований отвергать гипотезу об экспоненциальном распределении времени выпуска товаров, при этом среднее время работы с одной ДТ равно 42 минутам.

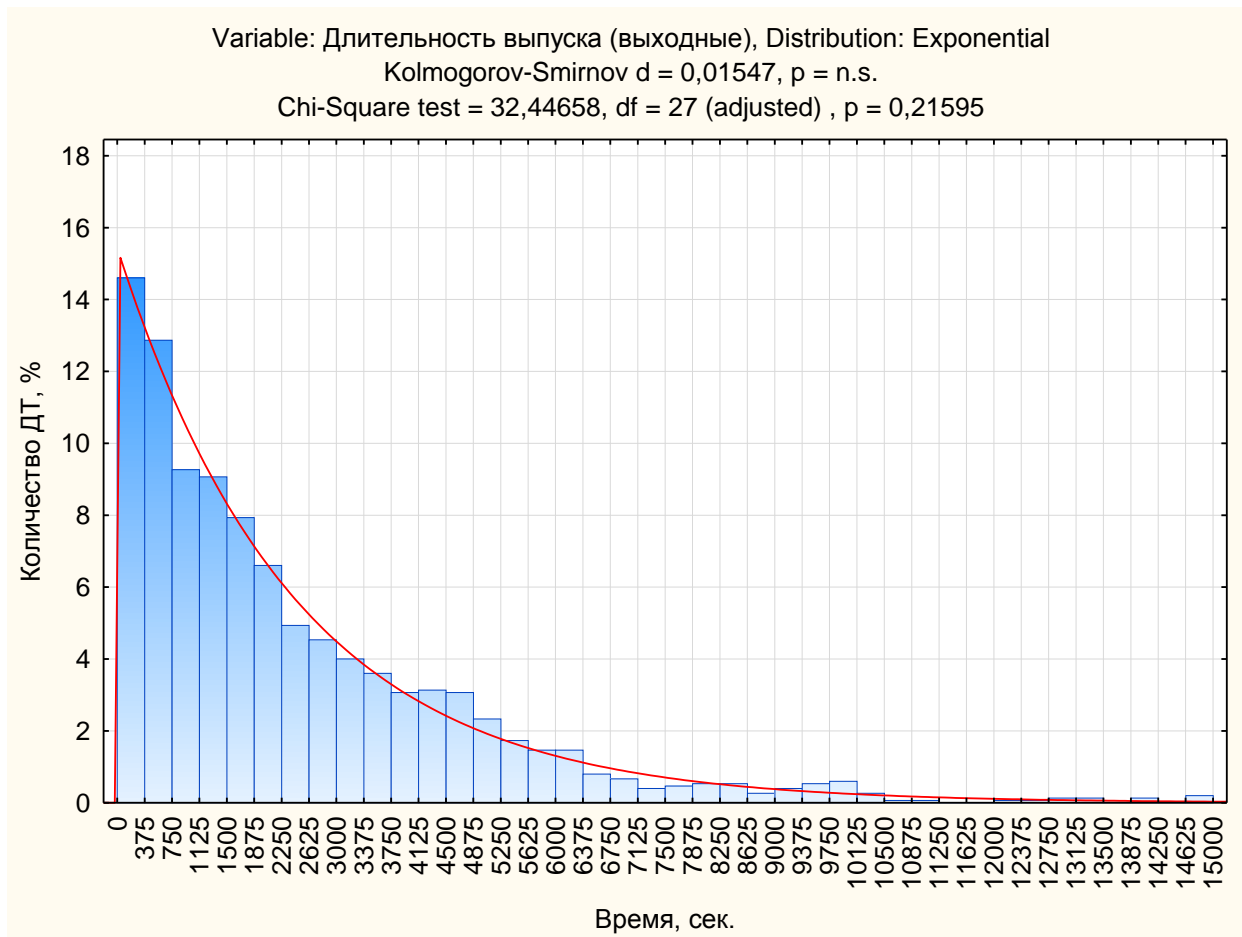


Рис. 10. Гистограмма распределения времени выпуска ДТ по субботам и воскресеньям в сентябре 2013 г. на Турухтанном таможенном посту (в секундах) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

Гистограмма распределения времени выпуска ДТ по будним дням (понедельник – пятница) в секундах показана на рис. 11, при этом количество выпущенных ДТ – 7896 шт. Эмпирические данные довольно хорошо согласуются с логнормальным распределением с параметрами $\mu = 6,5$, $\sigma = 0,49$. Среднее время работы с одной ДТ равно 14 минутам.

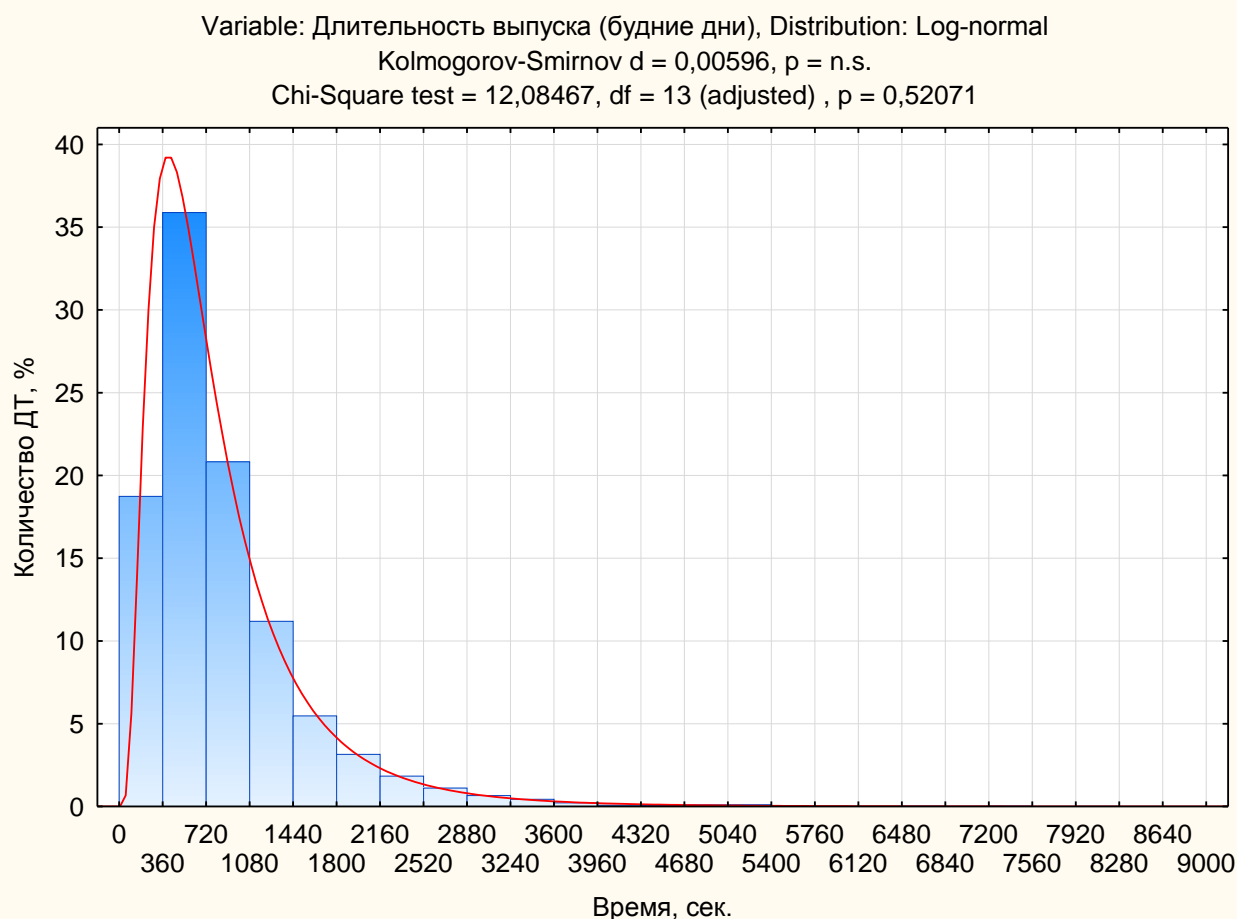


Рис. 11. Гистограмма распределения времени выпуска ДТ в будние дни сентября 2013 г. на Турухтанном таможенном посту (в секундах) (построена автором с помощью ППП Statistica 10)

Из рис. 10 и 11 очевидна более значительная загруженность должностных лиц отделов оформления Турухтанного таможенного поста в будние дни, которая связана с высокой интенсивностью входящего потока ДТ и более динамичным характером работы.

2.4. Моделирование законов распределения входящего потока ДТ

Статистический анализ с использованием пакета прикладных программ Statistica Application 10 показал, что входящий поток ДТ не всегда простейший, временные интервалы между моментами последовательных поступлений ДТ помимо экспоненциального могут иметь распределения, используемые для моделирования признаков с сильной асимметрией в сторону малых значений. Из табл. 6 очевидно, что наиболее часто встречающимся оказалось обобщенное распределение Парето. Также целесообразно для упрощения подбора аппроксимирующей функции не рассматривать «длинный хвост» распределений. Выходной поток ДТ (время обслуживания), как показал анализ, может иметь экспоненциальное и логнормальное распределения.

Таблица 6

**Законы распределений интервалов времени между
последовательными поступлениями деклараций на товары**

Интервалы	Периоды	Понедельник, суббота, воскресенье	Вторник, Среда, Четверг, Пятница
1-й интервал (с 9.00 до 13.00)		Вейбулла	Обобщенное Парето
2-й интервал (с 13.00 до 17.00)		Обобщенное Парето	Логнормальное
3-й интервал (с 17.00 до 21.00)		Экспоненциальное	Обобщенное Парето

Пользуясь результатами анализа, можно сделать вывод о том, что для генерирования в модели интервалов между поступлениями ДТ в случае экспоненциального распределения входящего потока на моделируемом отрезке времени оправдано применение методов теории массового обслуживания. При этом следует выбрать многоканальную систему массового обслуживания с ограниченной по времени очередью. В связи с тем, что статьей 190 ТК ТС отведено 2 часа на принятие решения о регистрации либо об отказе в регистрации ДТ, можно считать, что очередь состоит из так называемых на языке теории массового обслуживания «нетерпеливых» заявок.

В случае неэкспоненциального распределения входящего потока требуется применение метода Монте-Карло и специальных программных средств, например, среды GPSS, в которой есть генераторы многих распределений. В целях определения степени влияния различных законов распределения входящего потока ДТ на функционирование отдела оформления сравним результаты моделирования, полученные с помощью GPSS World.

Для этого процесс осуществления таможенного контроля представлен в виде однофазной модели с входящим потоком, подчиняющимся выявленным в данной работе законам распределений, при этом количество должностных лиц, проверяющих заявленные в ДТ сведения, остается неизменным, распределение времени выпуска ДТ – экспоненциальным. Время моделирования системы равно четырем часам (14400 секунд), за единицу времени моделирования выбраны секунды.

Далее на рис. 12–15 приведены отчеты о работе модели с разным распределением интервалов времени между последовательными поступлениями ДТ в отдел оформления. Стоит отметить, что на рис. 12–15 приводится сокращенный программный код в связи с тем, что они носят иллюстрационный характер.

Программа процесса осуществления таможенного контроля представлена в виде трех секторов. В первом секторе (до отметки BEGIN) собственно задается функция, моделирующая входящий поток ДТ и проводится моделирование ограниченного по времени ожидания в очереди ДТ на регистрацию с помощью операторов GATE, ASSIGN, LOOP. Во втором (от отметки BEGIN до отметки OUT) – реализовано совершение таможенных операций и проведение таможенного контроля должностными лицами отдела оформления. В третьем секторе (после отметки OUT) моделируется осуществление выпуска ДТ и время функционирования отдела оформления.

Колонка «ENTRY COUNT» показывает количество ДТ, прошедших через каждый блок модели [8]. По отчетам на рис. 12–15 очевидна разница в количестве сгенерированных ДТ и частоте (интенсивности) их появления. Кроме того, в отчетах отображается информация о средней, максимальной длине очереди и времени ожидания в очереди ДТ на регистрацию MAX, AVE.CONT. и AVE. соответственно [8]. Подробную информацию о содержании статистик моделирования можно найти в [8].

На рис. 12 представлены результаты моделирования входящего потока с обобщенным Парето распределением времени между поступлениями ДТ.

GPSS World Simulation Report - распределение парето.102.2

Monday, April 14, 2014 17:59:39

	START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES					
	0.000	14400.000	17	0	1					
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY				
	1	GENERATE	147		0	0				
	2	QUEUE	147		0	0				
	3	GATE	147		0	0				
	4	ASSIGN	114		0	0				
OZHID	5	ADVANCE	304672		36	0				
	6	GATE	304636		0	0				
	7	LOOP	304568		0	0				
	8	TRANSFER	10		0	0				
BEGIN	9	ENTER	101		0	0				
	10	DEPART	101		0	0				
	11	ADVANCE	101		20	0				
	12	LEAVE	81		0	0				
	13	TERMINATE	81		0	0				
OUT	14	DEPART	10		0	0				
	15	TERMINATE	10		0	0				
	16	GENERATE	1		0	0				
	17	TERMINATE	1		0	0				
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY		
OCHEREDOTO	45	36	147	33	21.157	2072.500	2672.435	0		
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
OTO	20	0	0	20	101	1	17.477	0.874	0	0

Рис. 12. Статистика моделирования входящего потока ДТ с обобщенным Парето распределением с параметрами $a=71,0337$, $b=-0,262$ (получена автором)

На рис. 12 на заданном четырехчасовом интервале рабочего дня должностных лиц отдела таможенного оформления сгенерирован поток из 147 ДТ, при этом через оператор цикла LOOP прошло 304672 ДТ, 10 ДТ не были зарегистрированы в течение 2 часов.

На рис. 13 показаны результаты моделирования пуассоновского входящего потока ДТ.

```

GPSS World Simulation Report - распределение эксп.111.2

Monday, April 14, 2014 18:00:50

START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000              14400.000  17      0            1

LABEL              LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT  COUNT  RETRY
1      GENERATE          146          0          0
2      QUEUE            146          0          0
3      GATE             146          0          0
4      ASSIGN          106          0          0
OZHID  5      ADVANCE        173552       27          0
6      GATE            173525        0          0
7      LOOP            173447        0          0
8      TRANSFER         1           0          0
BEGIN  9      ENTER          118          0          0
10     DEPART          118          0          0
11     ADVANCE          118          20         0
12     LEAVE           98           0          0
13     TERMINATE       98           0          0
OUT    14     DEPART          1           0          0
15     TERMINATE       1           0          0
16     GENERATE         1           0          0
17     TERMINATE         1           0          0

QUEUE              MAX CONT.  ENTRY  ENTRY(0)  AVE.CONT.  AVE.TIME  AVE.(-0)  RETRY
OCHEREDOTO        29  27    146     40    12.051    1188.639  1637.182  0

STORAGE           CAP.  REM.  MIN.  MAX.  ENTRIES  AVL.  AVE.C.  UTIL.  RETRY  DELAY
ОТО              20    0    0    20    118     1    18.252  0.913  0      0
    
```

Рис. 13. Статистика моделирования входящего потока с экспоненциальным распределением с параметром $\lambda=0,01$ ДТ/с (получена автором)

На рис. 13 по сравнению с рис. 12 при примерно том же количестве сгенерированных ДТ число «зарегистрированных» ДТ больше (118 шт. против 101 шт. при обобщенном Парето распределении), средняя и максимальная длина очереди ДТ на регистрацию ниже, что также свидетельствует о том, что обобщенное распределение Парето (рис. 12) генерирует более интенсивный поток ДТ.

Отчеты о моделировании распределений Вейбулла и логнормального распределений показаны на рис. 14 и 15.

```

GPSS World Simulation Report - распределение вейб.112.1

Monday, April 14, 2014 18:19:05

START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000              14400.000  17      0           1

LABEL              LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT  COUNT  RETRY
1  GENERATE        74          0          0
2  QUEUE           74          0          0
3  GATE            74          0          0
4  ASSIGN          5           0          0
OZHID              5  ADVANCE       1173         0          0
6  GATE           1173         0          0
7  LOOP           1168         0          0
8  TRANSFER        0           0          0
BEGIN              9  ENTER         74          0          0
10 DEPART          74          0          0
11 ADVANCE        74          7          0
12 LEAVE          67          0          0
13 TERMINATE      67          0          0
OUT                14 DEPART         0           0          0
15 TERMINATE      0           0          0
16 GENERATE        1           0          0
17 TERMINATE      1           0          0

QUEUE              MAX CONT.  ENTRY  ENTRY (0)  AVE. CONT.  AVE. TIME  AVE. (-0)  RETRY
OCHEREDOTO         3    0    74    69    0.081    15.851    234.600    0

STORAGE            CAP.  REM.  MIN.  MAX.  ENTRIES  AVL.  AVE. C.  UTIL.  RETRY  DELAY
OTO                20   13   0    20    74    1    12.206  0.610    0    0
    
```

Рис. 14. Статистика моделирования входящего потока с распределением Вейбулла с параметрами $\lambda=135,3216$; $k=0,717$ (получена автором)

Результаты моделирования распределений Вейбулла и логнормального распределений (рис. 14 и 15) также свидетельствуют о различной интенсивности поступления ДТ в систему. При меньшем количестве ДТ на рис. 14 очевидно, что они поступали чаще.

GPSS World Simulation Report - распределение логн.115.1										
Monday, April 14, 2014 22:13:25										
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
0.000		14400.000		17	0	1				
LABEL	LOC	BLOCK TYPE		ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY			
	1	GENERATE		83	0	0				
	2	QUEUE		83	0	0				
	3	GATE		83	0	0				
	4	ASSIGN		5	0	0				
OZHID	5	ADVANCE		498	4	0				
	6	GATE		494	0	0				
	7	LOOP		493	0	0				
	8	TRANSFER		0	0	0				
BEGIN	9	ENTER		79	0	0				
	10	DEPART		79	0	0				
	11	ADVANCE		79	20	0				
	12	LEAVE		59	0	0				
	13	TERMINATE		59	0	0				
OUT	14	DEPART		0	0	0				
	15	TERMINATE		0	0	0				
	16	GENERATE		1	0	0				
	17	TERMINATE		1	0	0				
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY		
OCHEREDOTO	4	4	83	78	0.034	5.978	99.227	0		
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE. C.	UTIL.	RETRY	DELAY
OTO	20	0	0	20	79	1	11.886	0.594	0	0

Рис. 15. Статистика моделирования входящего потока с логнормальным распределением с параметрами $\sigma=4,67$, $\mu=1,67$ (получена автором)

Следовательно, статистический анализ и определение законов распределения поступления и выпуска ДТ имеют существенное значение и позволяют разработать адекватную модель функционирования отдела таможенного оформления и таможенного контроля таможенного поста.

2.6. Двухфазная имитационная модель процесса таможенного контроля

На основании результатов статистического анализа в системе GPSS World проведен расчет параметров функционирования отдела оформления для четырехчасового интервала работы с использованием двухфазной модели процесса таможенного контроля при различном количестве должностных лиц. Входящий поток генерируется обобщенным Парето распределением. Первая фаза обработки ДТ предполагает регистрацию ДТ, проверку выявления рисков системой управления рисками, применение мер по минимизации рисков (например, принятие решения о проведении таможенного досмотра (осмотра)), запрос подтверждающих документов, вторая фаза – проверку документов и сведений и результатов применения других форм таможенного контроля. Между двумя фазами присутствует очередь из ДТ. Распределение времени обработки ДТ по фазам подобрано путем проведения

статистического анализа аналогично осуществленному в п. 2.3, и подчиняется экспоненциальному закону.

В то же время нельзя забывать о том, что отдел оформления представляет собой сочетание должностных лиц с различной квалификацией, так же ДТ могут быть различной сложности, учету данных факторов будут посвящены дальнейшие исследования.

Результаты экспериментов с использованием двухфазной имитационной модели представлены в табл. 7. При этом для выбора рационального числа ГТИ в качестве показателей эффективности таможенного контроля можно использовать указанные в табл. 7 параметры, например, среднее время ожидания ДТ в очереди на регистрацию, количество выпущенных ДТ, коэффициент загруженности должностных лиц и др. Так если в результате расчета с применением разработанной модели среднее время ожидания ДТ в очереди на регистрацию превышает выбранный критерий, то требуется изменить исходные данные модели и выполнить новый расчет.

Таблица 7

Результаты расчета параметров функционирования отдела оформления при использовании двухфазной имитационной модели

Количество ГТИ, чел.	20	21	22	23	24
Параметры					
Средняя длина очереди на регистрацию ДТ, шт.	17,718	12.418	9.877	13.042	12.381
Среднее время ожидания ДТ в очереди на регистрацию, сек.	1796,776	1386.251	1061.396	1203.917	1238.110
Коэффициент загруженности ¹⁵ ГТИ, %	92	91,7	91,3	90,9	90,6
Доля зарегистрированных ДТ от общего количества поступивших ДТ, %	67	67	82	69	78
Доля ДТ, не прошедших регистрацию в течение 2х часов, от общего количества поданных ДТ %	5,4	0	0	0	0,6
Доля выпущенных ДТ от общего количества зарегистрированных ДТ, %	78	75	82	81	78,7
Среднее время выпуска товаров, сек.	2850,093	3222,803	2667,645	2853,927	2813,57

Из табл. 7 видно, что в данном примере при соответствующих распределениях входящего и исходящего потоков ДТ рациональное количество должностных лиц отдела оформления – 22 ГТИ. Стоит обратить внимание, что при увеличении количества должностных лиц изменение параметров функционирования отдела оформления носит нелинейный характер, Один из вероятных вариантов объяснения подобной нелинейности заключается в том, что генерация ДТ и распределение времени ожидания в очереди на межфазовых переходах является случайной величиной, хотя и распределенной по определенным законам. Применение такого рода модели обоснованно, т.к. случайность характерна и для реальных процессов.

¹⁵ Коэффициент загруженности показывает, какой процент времени должностные лица заняты осуществлением документального контроля, т.е. отношение времени работы к полному времени моделирования.

Заключение

Таким образом, автором впервые проведен подробный статистический анализ потока ДТ, поступающего в отдел таможенного оформления и таможенного контроля, и времени выпуска товаров должностными лицами этого подразделения, ограничивающий возможность применения методов теории массового обслуживания, а также приведены результаты имитационного моделирования с использованием метода Монте-Карло найденных законов распределений и их применение при расчете параметров функционирования отдела оформления, в итоге решена поставленная в данной статье научная задача. В ходе дальнейших исследований полученные результаты будут использованы при формировании оптимального графика работы должностных лиц отдела оформления таможенного поста с учетом интенсивности товаропотока и предпочтений должностных лиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. – СПб.: Питер. – 2003. – 688 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003 – 479 с.
3. Дмитриева О. А. Развитие научно-методического аппарата анализа и оценки деятельности международных автомобильных пунктов пропуска в условиях Всемирной торговой организации: Автореф. дис. канд. эк. наук. – М., 2013. – 29 с.
4. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов / Кремер Н.Ш. [и др.] ; Под ред. Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 402 с.
5. Калинина О. В. Организационно-экономический механизм совершенствования таможенного сервиса внешней торговли в условиях риска: дис. канд. эк. наук. – СПб., 2006. – 198 с.
6. Костина А.О. Анализ управления загруженностью должностных лиц таможенных постов // Управление экономическими системами. – 2014. – №1. URL: <http://uecs.ru/teoriya-upravleniya/item/2704-2014-01-15-08-56-46> (дата обращения: 10.05.2014).
7. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2004. – 573 с.
8. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
9. Семенов С.С. Моделирование процесса таможенного оформления и таможенного контроля судов заграничного плавания (применительно к деятельности Балтийской таможни): дис. канд. эк. наук. – СПб., 2009. – 145 с.
10. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход / Лемешко Б.Ю., Лемешко С.Б., С.Н. Постовалов, Чимитова Е.В. – Новосибирск.: НГТУ, 2011. – 888 с.
11. Таха Х.А. Введение в исследование операций.: Пер. с англ. – М.: Вильямс. – 2005. – 912 с.
12. Тюрин Ю.Н., Шмерлинг Д.С. Непараметрические методы статистики // Социология: М. – 2004. – №18.
13. Stat Soft. Электронный учебник по статистике. URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (дата обращения: 10.04.2014).

Рецензент: Жигун Леонид Александрович, д.э.н., профессор, междисциплинарная кафедра менеджмента Российского университета экономики им. Г.В. Плеханова.

Kostina Anastasiia

Customs post Pushkinskij of Baltic customs
St. Perersburg, Russia
Russian Customs Academy
Moscow, Russia
E-mail: Kostinaao@gmail.com

Improving operational workload management of customs posts' officials

Abstract. Customs posts performing the release of goods largely determine the rate of trade turnover. Departments of customs clearance and customs control play paramount role. Workload unevenness of these units of customs authorities related to fluctuations of the intensity of the flow of goods on the one hand can reduce the speed and efficiency of customs control, on the other - cause loss of worktime. The solution of this problem is impossible without development of methodological approach in order to organize the regular workload of staff. However, there are not enough studies analyzing the probabilistic process characteristics of customs control. This study focuses on examining the conditions of application of queuing theory and Monte Carlo method for using in modeling the functioning of the departments of customs clearance and customs control. It required checking the statistical hypothesis of distribution of time intervals between arrivals of goods declarations and duration of the release of goods. The laws of distribution of empirical data for rational amount calculation of the officials at a predetermined time interval have been identified. Generally the study results are aimed at improving operational workload management of customs clearance and customs control departments' officials.

Keywords: customs clearance and customs control department; officials operational workload management; distribution of time between incoming goods declarations; distribution of the duration of the release of goods; statistical hypothesis testing; queuing theory; Monte Carlo method.

Identification number of article 105EVN314

REFERENCES

1. Borovikov V. P. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. – СПб.: Питер. – 2003. – 688 с.
2. Gmurman V.E. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. shk., 2003 – 479 с.
3. Dmitriyeva O. A. Razvitiye nauchno-metodicheskogo apparata analiza i otsenki deyatelnosti mezhduнародnykh avtomobilnykh punktov propuska v usloviyakh Vsemirnoy torgo-voy organizatsii: Avtoref. dis. kand. ek. nauk. – М., 2013. – 29 с.
4. Issledovaniye operatsy v ekonomike: Ucheb. posobiye dlya vuzov / Kremer N.Sh. [i dr.] ; Pod red. Kremera N.Sh. – М.: YuNITI, 2002. – 402 с.
5. Kalinina O. V. Organizatsionno-ekonomichesky mekhanizm sovershenstvovaniya tamozhennogo servisa vneshney torgovli v usloviyakh riska: dis. kand. ek. nauk. – SPb., 2006. – 198 с.
6. Kostina A.O. Analiz upravleniya zagruzhennostyu dolzhnostnykh lits tamozhen-nykh postov // Upravleniye ekonomicheskimi sistemami. – 2014. – №1. URL: <http://uecs.ru/teoriya-upravleniya/item/2704-2014-01-15-08-56-46> (data obrashcheniya: 10.05.2014).
7. Kremer N.Sh. Теория вероятностей и математическая статистика / Учебник для вузов. – М.: YuNITI- DANA, 2004. – 573 с.
8. Kudryavtsev Ye. M. GPSS World. Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya razlichnykh sistem. – М.: DMK Press, 2004. – 320 с.
9. Semenov S.S. Modelirovaniye protsessa tamozhennogo oformleniya i tamozhennogo kontrolya sudov zagranplavaniya (primenitelno k deyatelnosti Baltyskoy tamozhni): dis. kand. ek. nauk. – SPb., 2009. – 145 с.
10. Statistichesky analiz dannykh, modelirovaniye i issledovaniye veroyatnostnykh zakonomernostey. Kompyuterny podkhod / Lemeshko B.Yu., Lemeshko S.B., S.N. Postovalov, Chimitova Ye.V. – Novosibirsk.: NGTU, 2011. – 888 с.
11. Takha Kh.A. Vvedeniye v issledovaniye operatsy.: Per. s angl. – М.: Vilyams. – 2005. – 912 с.
12. Tyurin Yu.N., Shmerling D.S. Neparametricheskiye metody statistiki // Sotsiolo-giya: М. – 2004. – №18.
13. Stat Soft. Elektronny uchebnyk po statistike. URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (data obrashcheniya: 10.04.2014).