

- [6] Mabroukeh, N. R.; Ezeife, C. I. A taxonomy of sequential pattern mining algorithms [Текст] // ACM Computing Surveys Volume 43 Issue 1. – NY, USA: ACM, 2010. – ISSN: 0360-0300
- [7] Zohreh Sedighian, Mahdi Javanmard. The effect of data mining on expert systems used for improving efficiency of correct speech E-learning systems [Текст] // Advances in Natural and Applied Sciences, 8(10) Special. – AENSI Publisher, 2014 – pp. 102-106. – ISSN 1995-0772
- [8] Egor Polusmak. Open Machine Learning Course. Topic 2. Visual Data Analysis with Python [Электронный ресурс] // Medium, 2012. <https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-2-visual-data-analysis-in-python-846b989675cd>
- [9] Moshe Zukerman. Introduction to Queueing Theory and Stochastic Teletraffic Models [Текст]. – City University of Hong Kong, M. Zukerman, 2013
- [10] Michel Bierlaire. Simulating events: the Poisson process [Электронный ресурс] . – Transport and Mobility Laboratory. <http://transp-or.epfl.ch/courses/OptSim2012/slides/05b-poisson.pdf>
- [11] Scipy documentation [Электронный ресурс] <http://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.mannwhitneyu.html>
- [12] Sander Greenland, Stephen J. Senn, Kenneth J. Rothman, John B. Carlin, Charles Poole, Steven N. Goodman, Douglas G. Altman. Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations [Текст] // European Journal of Epidemiology, 2016, 31 – pp. 337–350

Кабдюшев И.Е., Игликов И.В., Туманбаева К.Х.

**Телерадио хабарларын таратудың деректер мониторингіндегі тұрақты реттіліктерін іздеу алгоритмін жасау.**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста телекоммуникациялық компаниялардың ақпараттар мониторингіндегі оқиғалар үзінділерін анықтау үшін WINEPI алгоритм модификациясының жүзеге асырылуы ұсынылады. Телекоммуникациялық құрылғылар деректердің мониторингіндегі ерекшелігі - оларда тәуелді оқиғалар туралы деректердің болуы және туындау себебін тез табу қиындығы. Бұл жағдайда ұсынылып жатқан алгоритмнің қолданылуы ақаулықты анықтау және жою уақытын біраз азайтады. Оқиғалар болу ықтималдығы нөлдік квадрат матрицасының толтыруымен жүзеге асады және матрица өлшемі деректердегі бірегей оқиғалар санына сәйкес келеді. Матрица екі оқиға кездесетін уақыт интервалдарының санын есептеумен толтырылады. Уақытша интервалдар әр оқиға құрамында қарастырылады және қысқа және ұзақ уақыттағы тәуелділік секілді зерттеу мақсаттарына байланысты реттеуге болады.

**Түйін сөздер:** экспертті жүйе, тұрақты реттілік, машиналық оқу, тәуелділік табу, деректер анализі, Data Mining.

I.Y. Kabdyushev, I.V. Iglikov, K.Kh. Tumanbayeva

**An algorithm development of stable sequence searching in data of broadcast network monitoring**

**Summary.** In this study the modified WINEPI algorithm implementation to identify scenes of event within the monitoring data of telecommunication company is provided. The specific of monitoring data of telecommunication equipment is the availability of dependent events data, whereof to eliminate failures presents difficulty. In this regard the proposed algorithm application greatly reduces the check time and failures elimination. The probability of the pair of events occurrence is obtained by filling the square null matrix, where the size of matrix is equal to the amount of unique events in the dataset. The matrix is filled by counting the number of time intervals, where both of events are found. The time intervals are considered as a part of every event and can be regulated according to the study objectives, such as short-term or long-term dependences revealing.

**Key words:** expert system, stable sequences, computer-assisted learning, algorithm analysis, data analysis, Data Mining.

УДК 637.1/3

**М.А. Ayazbekova, А.В. Yessenova**

(Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: essenova\_06.07@mail.ru)

## **NUTRITIONAL VALUE AND SAFETY OF CAMEL MILK IN MANGISTAU REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**Abstract.** In this article, the nutritional value and indexes of chemical and biological safety of camel milk in Mangistau region of the Republic of Kazakhstan are considered. Mangistau region is located in the south-west of Kazakhstan, is an industrial region, where about 30% of Kazakhstan's oil is mined. Therefore providing an organism with valuable, health promoting properties requires consumption of dairy products.

**Key words:** camel's milk, nutritional value, microbiological and chemical safety.

**М.А. Аязбекова, А.Б. Есенова**

(Алматынський технологический университет,  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: essenova\_06.07@mail.ru)

## **ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ РК**

**Аннотация.** В статье рассматриваются пищевая ценность и показатели химической и биологической безопасности верблюжьего молока Мангистауской области РК. Мангистауская область расположена на юго-западе Казахстана, является промышленным регионом, где добывают порядка 30% нефти Казахстана. Поэтому для обеспечения организма ценными, лечебно-профилактическими свойствами, необходимо употребление молочных продуктов.

**Ключевые слова:** верблюжье молоко, пищевая ценность, микробиологическая и химическая безопасность.

### **Введение**

Потребление верблюжьего молока очень популярно в Казахстане. Тысячелетиями жители Казахстана употребляли и употребляют по сей день верблюжье молоко как ценный, лечебно-профилактически напиток. Казахи считают, что у человека выросшего на верблюьем молоке омолаживается организм, улучшается работа желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), укрепляется иммунная и нервная системы и является ценным натуральным диетическим напитком.

Верблюдоводством в Казахстане занимаются с древних времен, так как данная отрасль является выгодной, поскольку позволяет в условиях пустынного и полупустынного климата обеспечивать потребности населения в молоке, мясе и шерсти. В западных и в южных регионах Казахстана верблюжье молоко является главным продуктом питания.

Казахстан является промышленно развитой страной. В западных областях идет большая добыча нефти, работают нефте-химические заводы, выбросы которых ухудшают экологию. Во многих городах функционируют металлургические, фосфорные заводы химической промышленности, действуют угольные шахты, рудники. Все это отрицательно влияет на окружающую среду и на здоровье человека. Вследствие атомных и ядерных взрывов и военных испытаний, а также полетов в космос, значительно ухудшена экология нашей страны. В связи с чем употребление молочных продуктов для населения этих регионов крайне необходимо.

По статистическим данным 2017 г в Мангистауской области содержится около 30 % верблюдов Казахстана [1].

Как следует из литературных источников, верблюжье молоко по своим физико-химическим показателям является альбуминовым, и считается наиболее близким к материнскому молоку. Оно очень питательное и абсолютно безопасное для употребления. Верблюжье молоко считается противораковым [2], имеет антидиабетические свойства [3]. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот в молоке вносят свой вклад в общее диетическое качество [4,5]. Низкое количество казеина и отсутствие-лактоглобулина связаны с гипоаллергенным эффектом верблюжьего молока. Другие компоненты такие как лактоферрин, иммуноглобулины, лизоцим или витамин С, как полагают, играют важную роль в детерминизме этих свойств [6].

Верблюжье молоко можно считать хорошим источником белка, кальция, фосфора, витамина С и ниацина [7]. Кальций и фосфор укрепляют кости и зубы, железо предупреждает возникновение анемии, цинк и кобальт входят в состав жизненно важных клеточных ферментов организма. Молоко от верблюдов укрепляет иммунитет и здоровье в целом. В верблюьем молоке по сравнению с коровьим в 10 раз больше железа и витамина С. Также верблюжье молоко содержит и ненасыщенные жирные кислоты как линолевую и линоленовую. На вид и вкус верблюжье молоко практически не отличается от коровьего, оно белого цвета, со сладковатым и чуть солоноватым привкусом, интенсивность которого определяется кормом животного и качеством воды [8].

Сегодня на молочном рынке Казахстана одной из самых старейших компаний по переработке верблюжьего молока является ТОО «Таушык» который находится в Мангистауской области. Поголовье верблюдов в ТОО «Таушык» составляет 1639 голов, из них 740 - маточное поголовье. В основном производят шубат и шалап. Производственная мощность 900 литров в день. Средний удой с одного верблюда 4,7 литра в день. Суммарный удой в летнее время 435-450 литров, а в зимнее время 52-53 литров в день. Используется полностью собственное сырье.

**Объект и методы исследования**

Объектом исследования является натуральное верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*) ТОО «Таушык» Мангистауской области. Исследования были проведены в лаборатории ТОО «Нутритест» г. Алматы

Физико-химические показатели содержание белка по ГОСТ 23327-98 Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка, жира по ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира, углеводы по И.М. Скурихину, 1987, влага по ГОСТ 3626-73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества (с Изменениями № 1, 2, 3), зола по ГОСТ 15113,88-77 Концентраты пищевые. Методы определения золы. Титруемую кислотность по ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности и активную кислотность по ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой). Содержание свинца и кадмия по ГОСТ Р 51301-99 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка), мышьяка по ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (с Изменением № 1), ртути ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. Микробиологические показатели по ГОСТ 9225-84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа (с Изменениями №1, 2, 3, 4), ГОСТ 31659-2012 Метод выявления бактерий рода *Salmonella*, и антибиотики по МУК 4.1.1912-2004 Определение остаточных количеств левомецитина (Хлорамфеникола, Хлормецитина) в продуктах животного происхождения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и иммуноферментного анализа, МУК 4.1.2158-2007 Определение остаточных количеств антибиотиков тетрациклиновой группы и сульфаниламидных препаратов в продуктах животного происхождения методом иммуноферментного анализа, МУК 4.2.026-95 Экспресс-метод определения антибиотиков в пищевых продуктах, ГОСТ Р 52842-2007 Молоко и молочные продукты. Методы иммунологического или бактериально-рецепторного анализа для определения остатков антибактериальных веществ.

**Результаты и их обсуждения**

Специалисты химии питания и технологи под качеством верблюжьего молока понимают совокупность свойств и характеристик, которые придают этому продукту способность удовлетворять потребности человека сбалансированными пищевыми веществами, а именно - содержанием белков, жиров и углеводов.

Наши экспериментальные исследования физико-химических показателей натурального верблюжьего молока (*Camelus dromedarius*) полученное от ТОО «Таушык» (Мангистауская область) представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Физико-химические показатели натурального верблюжьего молока (*Camelus dromedarius*) Мангистауской области РК**

Наименование показателей, единицы измерений	Фактически получено
Белки, мг/100г	3,80±0,23
Жиры, мг/100г	5,7±0,34
Углеводы, мг/100г	5,23±0,26
Массовая доля влаги, %	84,38±4,22
Массовая доля золы, %	0,89±0,04
Энергетическая ценность, ккал/кДж/100г	87,41/366
Титруемая кислотность, °Т	16
Активная кислотность, рН	6,7

Исследования данного продукта, как видно из таблицы 1 характеризуют верблюжье молоко как ценный, легкоусвояемый продукт, с низкой энергетической ценностью.

Молоко и молочные продукты можно считать безопасным только при наличии доказательств, что их потребление не несет угроз здоровью и жизни людей нынешнего и будущего поколений.

Как известно различают химическую, биологическую и физическую безопасности пищевых продуктов [9]. Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранения генофонда [10].

С каждым годом увеличивается промышленное применение ртути, кадмия, свинца, мышьяка и других тяжелых металлов. В сельскохозяйственной практике для борьбы с насекомыми и грызунами широко используют препараты тяжелых металлов (ртути, меди, цинка). Некоторые тяжелые металлы токсичны и представляют потенциальную угрозу для здоровья животных и для человека. Они поступают в окружающую среду и могут накапливаться в кормах и пищевых продуктах.

Большое количество тяжелых металлов могут выделяться в молоко при отравлении животных различными химическими препаратами. Отравления животных, например ртутью, возможны при использовании для кормовых целей зерна, потравленного ртутьорганическими соединениями (гранозаном, меркураном). При отравлении животных соединениями свинца, мышьяковистыми препаратами, медным купоросом в молоке содержится увеличенное количество свинца, мышьяка, меди.

Ртуть, свинец, кадмий, попадая в организм животного из кормов, вдыхаемого воздуха и через кожный покров, откладываются в различных органах и тканях. В молоко же выделяется лишь незначительная часть поступивших металлов, поэтому оно наименее загрязнено различными тяжелыми металлами. Так, среднее содержание ртути, свинца и кадмия в 1 л молока составляет 5-9 % допустимой суточной нормы поступления [11].

Наши экспериментальные исследования безопасности верблюжьего молока Мангистауской области РК по содержанию тяжелых элементов: свинца, кадмия, мышьяка и ртути были проведены в соответствии требованиями установленных Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [12].

Результаты содержания свинца, кадмия, мышьяка и ртути представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в натуральном верблюьем молоке (*Camelus dromedarius*) Мангистауской области РК**

Токсичные элементы	Допустимые нормы по ТР ТС для безопасности продуктов	Фактически получено
Свинец	0,1	0,023
Кадмий	0,03	0,0009
Мышьяк	0,05	Не обн.
Ртуть	0,005	Не обн.

Анализ таблицы 2 показывает, что содержание количества тяжелых элементов в данном исследованном молоке не превышает установленных допустимых норм по ТР ТС 021/2011 для безопасности пищевых продуктов.

Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям безопасности и пищевой ценности включают контроль за следующими группами микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек - БГКП (колиформы), бактерии семейства Enterobacteriaceae, энтерококки;
- условно-патогенные микроорганизмы, к которым относятся *E. coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *B. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии, *Vibrioparahaemolyticus*;
- патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и *Listeriamonocytogenes*, бактерии рода *Yersinia*;
- микроорганизмы порчи - дрожжи и плесневые грибы, молочнокислые бактерии;
- микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические микроорганизмы (молочнокислые и пропионовокислые микроорганизмы, дрожжи, бифидобактерии, ацидофильные бактерии и др.) - в продуктах с нормируемым уровнем биотехнологической микрофлоры и в пробиотических продуктах [13,14].

Современные требования к безопасности молока отражены в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) от 9 октября 2013 года № 67 и в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) от 9 декабря 2011 г. № 880.

Безопасность пищевых продуктов в биологическом отношении определяется соответствием нормативов установленных в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) [15].

Целью микробиологической безопасности нашего исследования было определение микробиологических показателей, содержание антибиотиков в натуральном верблюьем молоке полученного из

ТОО «Таушык» находящийся в Мангистауской области РК в соответствии установленных норм в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3. **Микробиологические показатели, содержание антибиотиков в натуральном верблюжьем молоке (*Camelus dromedarius*) Мангистауской области РК**

Наименование показателей, единицы измерений	Допустимые нормы по ТР ТС для молока и молочных продуктов	Фактически получено
Микробиологические КМАФАнМ, КОЕ/г(см <sup>3</sup> ), не более	5*10 <sup>5</sup>	4,0*10 <sup>2</sup>
Патогенные микроорганизмы, в.т.ч. сальмонеллы, в 25 г(см <sup>3</sup> )	Не доп.	Не обн.
Антибиотики, мг/кг; Левомецитин Пеницилин Стрептомицин Тетрациклин гр	Не доп. Не доп. Не доп. Не доп.	Не обн. Не обн. Не обн. Не обн.

Анализ представленных данных в таблице 3 показывают высокую микробиологическую надежность верблюжьего молока, так как содержание КМАФАнМ и патогенных микроорганизмов в т.ч. сальмонеллы, а также содержание антибиотиков не превышает установленных норм в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

Следовательно, санитарно-микробиологические исследования верблюжьего молока свидетельствует о безопасности их для человека в аспекте патогенных микроорганизмов.

### Выводы

В литературных источниках по РК отсутствуют экспериментальные данные по пищевой ценности и безопасности верблюжьего молока (*Camelus dromedarius*) Мангистауской области РК.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что натуральное верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*) Мангистауской области РК является ценным пищевым продуктом, легкоусвояемым, с низкой энергетической ценностью-87,41 ккал. По результатам исследования оно является безопасным с биологической и физико-химической точки зрения, что важно для здоровья человека.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://stat.gov.kz/> Статистический сборник РК за 2017 г.
- [2] Magjeed NA. Corrective effect of milk camel on some cancer biomarkers in blood of rats intoxicated with aflatoxin B1. J Saudi ChemSoc 2005; 9: 253-630.
- [3] Agrawal RP, Swami SC, Beniwal R, et al. Effect of camel milk on glycemic control, risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: a randomised prospective controlled study. J Camel Pract Res 2003; 10: 45-50.
- [4] Karray N, Lopez C, Ollivonn M, Attia H. La matièregrasse du lait de dromadaire: composition, microstructure et polymorphisme, Une revue. Oleaginous Fat Matter Lipid 2005; 12: 439-46.
- [5] Konuspayeva G, Lemarie E, Faye B, Loiseau G, Montet D. Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelusbactrianus*, *Camelusdromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan. Dairy SciTechnol 2008; 88: 327-40.
- [6] Konuspayeva G, Faye B, Loiseau G, Levieux D. Lactoferrin and Immunoglobulin content in camel milk from Kazakhstan. J DairySci 2007; 90: 38-46.
- [7] S. M. Shamsia. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. International Journal of Genetics and Molecular Biology Vol. 1 (2), pp. 052-058, July, 2009 Available online at
- [8] Сеитов З.С. Кумыс. Шубат. - Алматы, 2005 г. - с. 288
- [9] Рогов И.А., Дунченко Н.И., Позняковский В.М. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов. - Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. - 227 с.
- [10] Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия Издание 4-е, испр. и доп.- СПб.: ГИОРД, 2007-640 с
- [11] <https://www.kazedu.kz/>Посторонние химические вещества
- [12] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.
- [13] Донченко Л.В. Безопасность пищевой продукции.: Учебник 2 издание./ Л.В.Донченко, В.Д.Надыкта. - М.: ДеЛи принт, 2007- с 539

[14] Мартинчик А.Н., Королев А.А., Несвижский Ю.В. Микробиология, физиология питания, санитария. - 7-е издание., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 352 с.

[15] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. № 67.

Аязбекова М.А., Есенова А.Б.

**ҚР Маңғыстау облысындағы түйе сүтінің тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігі**

**Түйіндеме.** Осы мақалада Қазақстан Республикасының Маңғыстау облысындағы түйе сүтінің тағамдық құндылығы мен химиялық және биологиялық қауіпсіздік көрсеткіштері қарастырылған. Маңғыстау облысы Қазақстанның оңтүстік-батысында орналасқан, өнеркәсіптік аймақ болып табылады, мұнда Қазақстанның мұнайының 30% -ы өндіріледі. Сондықтан ағзаны бағалы, емдік-профилактикалық қасиеттермен қамтамасыз ету үшін сүт өнімдерін тұтыну қажет.

**Түйінді сөздер:** түйе сүті, тағамдық құндылық, микробиологиялық және химиялық қауіпсіздік.

Ayazbekova M., Yessenova A.

**Nutritional value and safety of camel milk in mangistau region of the republic of kazakhstan**

**Summary.** In this article, the nutritional value and indexes of chemical and biological safety of camel milk in Mangistau region of the Republic of Kazakhstan are considered. Mangistau region is located in the south-west of Kazakhstan, is an industrial region, where about 30% of Kazakhstan's oil is mined. Therefore providing an organism with valuable, health promoting properties requires consumption of dairy products.

**Key words:** camel's milk, nutritional value, microbiological and chemical safety.

УДК 519.217.2

**T. A. Shmygaleva, U. M. Akylbekova**

(Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, u.akylbekova@gmail.com)

**CASCADE-PROBABILITY FUNCTIONS CONNECTION WITH MARKOV CHAINS FOR ELECTRONS, PROTONS AND IONS**

**Abstract.** Cascade-probability functions (CPF) connection with Markov chains, as well as Markov processes The paper considers for electrons, protons, alpha particles, ions. Recurrence relations for the simplest, generalized CPF, CPF considering the energy losses for electrons, protons, alpha particles and ions are obtained from the known Kolmogorov-Chapman equation. CPF are obtained from recurrent ratios. It is proved that the expression for the primary knocked on atoms spectra is obtained from the Kolmogorov-Chapman equation. The case a particle does not change its trajectory after the collision is reviewed, the flow intensity depends on the time, and therefore on the depth of penetration.

**Keywords:** Markov chain, cascade-probability function, recurrence relations, probability, spectrum

**Т. А. Шмыгалева, У. М. Акылбекова**

(Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, u.akylbekova@gmail.com)

**СВЯЗЬ КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ, ПРОТОНОВ И ИОНОВ С ЦЕПЯМИ МАРКОВА**

**Аннотация:** В работе рассмотрена связь каскадно-вероятностных функций (КВФ) для электронов, протонов, альфа-частиц, ионов с цепями Маркова, а также Марковскими процессами. Из известного уравнения Колмогорова-Чэпмена получены рекуррентные соотношения для простейшей, обобщенной КВФ, КВФ с учетом потерь энергии для электронов, протонов, альфа-частиц и ионов. Из рекуррентных соотношений получены КВФ. Доказано, что выражение для спектров первично-выбитых атомов получается из уравнения Колмогорова-Чэпмена. Рассматривается случай, когда после соударения частица не изменяет направление своего движения, интенсивность потока зависит от времени, а следовательно и от глубины проникновения.

**Ключевые слова:** цепь Маркова, каскадно-вероятностная функция, рекуррентные соотношения, вероятность, спектр.

**Введение**

Марковская цепь является разновидностью Марковского процесса, в котором будущее зависит от прошлого через настоящее. Процесс взаимодействия частиц с веществом, а также с твердым телом, атмосферой Земли и др., описывается цепью Маркова, так как условные вероятности наступления каждого события при данном испытании однозначно определяются результатом предыдущего состояния.