[7] Ramírez-Ruiz J., Pfeiffer C., Nolazco-Flores J. *Cryptographic Keys Generation Using FingerCodes.* Advances in Artificial Intelligence, IBERAMIA-SBIA 2006 (LNCS 4140), p. 178-187, 2006. (in Eng.)

[8] Feng Hao, Ross Anderson, and John Daugman. *Crypto with Biometrics Effectively*, IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTERS, VOL. 55, NO. 9, SEPTEMBER 2006. (in Eng.)

[9] Chmorra A.L. *Maskirovka kljucha s pomoshh'ju biometrii. «Problemy peredachi informacii»,* 2011 № 2(47), s. 128-143. (in Russ.)

[10] Kobzar' A.I. *Prikladnaja matematicheskaja statistika. Dlja inzhenerov i nauchnyh rabotnikov.* M.: FIZMATLIT, 2006 g., 816 s. (in Russ.)

[11] Bezjaev A.V., Ivanov A.I., Funtikova Ju.V. *Optimizacija struktury samokorrektirujushhegosja bio-koda, hranjashhego sindromy oshibok v vide fragmentov hesh-funkcij. «Vestnik Ural'skogo federal'nogo okruga. Bezopasnost' v informacionnoj sfere»* 2014 g. № 3(13) s. 4-14. (in Russ.)

АЗ МӘТІНДІК ТАҢДАУЛАРДА ӘЛСІЗ ЖӘНЕ ҚУАТТЫ КОРРЕЛЯЦИЯЛАНҒАН ҰЗЫН БИОМЕТРИЯЛЫҚ КОДТАРЫНЫҢ ЭНТРОПИЯСЫН ЕСЕПТЕУ

А. И. Иванов[1], Б. Б. Ахметов[2], А. В. Безяев[3], К. А. Перфилов[4], Ж. К. Алимсеитова[5]

[1]Пензалық ғылыми-зерттеу электротехникалық институт, Ресей,
[2]А. Ясави атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті, Қазақстан, Түркістан,
[3]Пензалық ФМБК филиалы «ҒТО «Атлас», Ресей,
[4]Пензалық мемлекеттік университет, Ресей,
[5]Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университет, Алматы

Тірек сөздер: биометрия, ұзын кодттар энтропиясын бағалау, ұзын кодтар разрядтар арасындағы әлсіз корреляциялық байланыс.

Аннотация. Шеннон бойынша ұзын әлсіз корреляцияланған кодттардың энтропиясын есептеу өте қыйын есеп екені көрсетілген. Ұзын кодттар пайда болу ықтималдығын бағалаудан олардың арасындағы Хэмминг қашықтығы кеңістігіне өту ұсынылған. Осындай кодтарды түрлендіру жеткілікті аз мәтіндік таңдауларда 200 тәжірибе ішінен Хэмминг қашықтығы таралуын табуды және соның негізінде әлсіз корреляцияланған кодтар энтропиясының мәнін болжауға мүмкіндік береді. Сол кезде жоғары шынайлықпен Хэмминг қашықтығының дискретті мәндерін тарату қалыпты заңының гипотезасын қолдануға болады. Зерттелетін кодтар разрядтарының корреляция коэффициенттер модулінің орташа мәні бойынша шектеулер берілген. Қуатты корреляцияланған кодттар үшін Хэмминг қашықтығын таратуды бірден көп төмен бостандық дәрежелер санымен хи-квадрат таратумен жазбалау ұсынылған.

Поступила 22.05.2015 г.

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 4, Number 356 (2015), 70 – 76

ON THE POSSIBILITY OF ASSESSING AND CALCULATING THE SUM OF A SERIES BASED ON THE INTEGRAL FEATURE OF CONVERGENCE OF CAUCHY, MACLAURIN

V. P. Malyshev, Yu. S. Zubrina

Chemical and metallurgical institute named after Zh. Abishev, Karaganda, Kazakhstan.
E-mail: eia_hmi@mail.ru

Keywords: convergence of the series, the sum of a number, equivalence, improper integral, convergence criterion.

Abstract. The authors first time are considering the integral feature of convergence of Cauchy, Maclaurin in terms of the possibility of determining not only convergence, but also the sum of the series with the introduction of

equivalence coefficient of a number and the corresponding improper integral. The constancy of this coefficient for each unit interval of variation of the series and integral ensures its applicability to a whole series through the calculation of an improper integral. Thanks to this approach failed to extend many convergent series, and recommend the use of the proposed equivalence factor to determine previously unknown sums of series.

УДК 51

О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ И РАСЧЕТА СУММЫ РЯДА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПРИЗНАКА СХОДИМОСТИ КОШИ, МАКЛОРЕНА

В. П. Малышев, Ю. С. Зубрина

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан

Ключевые слова: сходимость ряда, сумма ряда, эквивалентность, несобственный интеграл, признак сходимости.

Аннотация. Авторы впервые рассматривают интегральный признак сходимости Коши, Маклорена с точки зрения возможности определения не только сходимости, но и самой суммы ряда с введением коэффициента эквивалентности ряда и соответствующего несобственного интеграла. Постоянство этого коэффициента для любого единичного интервала варьирования ряда и интеграла обеспечивает его применимость для ряда в целом через вычисление несобственного интеграла. Благодаря такому подходу удалось расширить множество сходящихся рядов и рекомендовать использование предложенного коэффициента эквивалентности для определения ранее неизвестных сумм рядов.

Введение. Согласно этому признаку ряд $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ сходится, если для функции $f(x)$, принимающей значения a_n в точках n, т.е. при

$$f(n) = a_n, \tag{1}$$

и при условии монотонного убывания $f(x)$ в области $x \geq n_0$ с соблюдением неравенства $f(x) \geq 0$, обеспечивается сходимость несобственного интеграла $\int_{n_0}^{\infty} f(x)dx$ [1].

Тем самым этим признаком устанавливается определенная эквивалентность дискретного и непрерывного распределений переменной величины.

Оценка эквивалентности суммы ряда и несобственного интеграла. Эту эквивалентность можно усилить, если полагать, что для тех же условий существует некоторое действительное значение x_0, обеспечивающее равенство

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \int_{x_0}^{\infty} f(x)dx\,. \tag{2}$$

Представляет интерес определение x_0 и сопоставление его с начальными величинами n. Это возможно, если известна сумма ряда $S = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$. Тогда из равенства

$$S = \int_{x_0}^{\infty} f(x)dx = F(\infty) - F(x_0) \tag{3}$$

можно освободить x_0.

Например, для известного ряда с $a_n = \frac{1}{2^{n-1}}$ сумма $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = 2$. Тогда

$$\int_{x_0}^{\infty} \frac{dx}{2^{x-1}} = \left| -\frac{2^{1-x}}{\ln 2} \right|_{x_0}^{\infty} = -\frac{2^{1-x_0}}{\ln 2}, \tag{4}$$

откуда приравниванием его значению $S = 2$ находим

$$x_0 = 1 - \frac{\ln(2\ln 2)}{\ln 2} \cong 0{,}5288.$$

Это указывает на то, что равенство суммы ряда и интеграла соответствующей функции *f(x)* достигается при $x_0 > 0$, т.е. со сдвигом интервала варьирования вправо от начала координат. Если же варьировать ее от значения $x_0 = 0$, то получится следующая картина (рисунок 1).

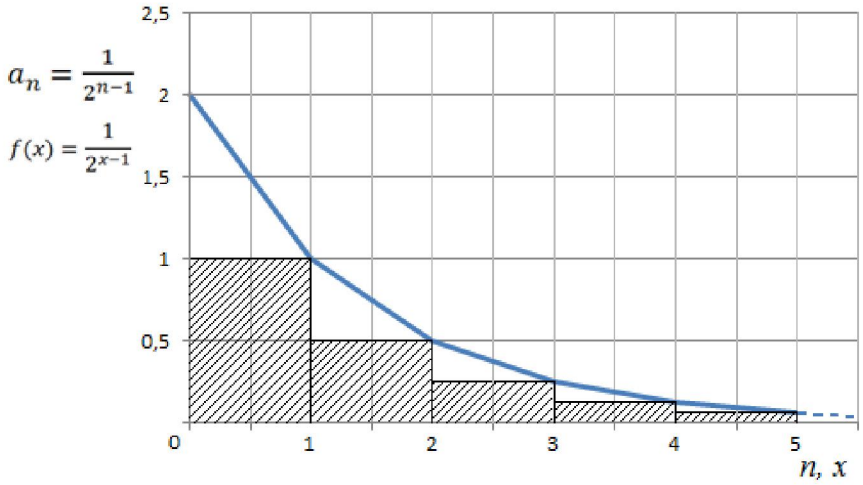

Рисунок 1 – Зависимость общего члена ряда a_n и равной ему площади в единичных дискретных интервалах (заштрихованы) от *n*, а также *f(x)* и $\int_0^x f(x)dx$ в этих же интервалах (на примере известного ряда)

Так как для сопоставления интеграла $\int_{x=0}^{\infty} f(x)dx$, т.е. площади под кривой *f(x)*, с суммой ряда $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ необходимо использовать размерность площади, то это автоматически соблюдается умножением a_n на единицу и выражается построением прямоугольника шириной, равной единице, и высотой a_n, численно равной самой единичной площади. Отсюда следует, что для монотонно убывающего ряда ввиду необходимости учета первой площади в интервале от нуля до единицы несобственный интеграл для *f(x)* должен рассчитываться, начиная с $x = 0$. Из соблюдения неравенства $a_{n+1} < a_n$ в каждом единичном интервале, начиная с первого, и из представленного рисунка следует условие сходимости ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n < \int_0^{\infty} f(x)dx\,, \tag{5}$$

если несобственный интеграл сходится.

Тем самым исключается необходимость поиска значения $x \geq n_0$, и процедура определения сходимости ряда по интегральному признаку Коши и Маклорена для монотонно убывающей последовательности унифицируется.

Но более важной представляется возможность оценки численного значения суммы ряда по условию (5). Так, для функции $f(x) = \frac{1}{2^{x-1}}$

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{2^{x-1}} = \frac{2}{\ln 2} \cong 2{,}885, \tag{6}$$

что соответствует согласно неравенству (5) значению $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n-1}} = 2$.

Подобная оценка по непревышению может быть важной для практических расчетов, когда ряд находится в основе размерных последовательностей.

Введение коэффициента эквивалентности суммы ряда и несобственного интеграла и использование его для определения суммы ряда. Однако соотношение, или степень эквивалентности дискретного и непрерывного распределений может быть учтена более детально на основе рисунка 1, если проанализировать это соотношение по каждому единичному интервалу, находя в нем величину *K*, которую определим как **коэффициент эквивалентности:**

$$K = \frac{a_{n+1}}{\int_{x=n}^{x=n+1} f(x)dx}. \tag{7}$$

Здесь числитель, как и знаменатель, имеют соответствующий двоякий смысл: a_{n+1} – это и член ряда, вычисляемый по общей шкале *n, x*, начинающейся с нуля, и это же площадь прямоугольника, образованного единичным основанием и высотой a_{n+1}; в свою очередь, интеграл является и средним значением функции *f(x)* в единичном интервале и площадью под кривой *f(x)* в этом интервале. Поэтому соотношение рассматриваемых величин, а вместе с этим и сам коэффициент эквивалентности являются совпадающими по размерности.

Вполне очевидно, что если величина *K* окажется равной для каждого единичного интервала, т.е. независимой от *n*, то этот коэффициент будет тождественно равен и отношению суммы ряда к соответствующему несобственному интегралу:

$$K = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} a_n}{\int_0^{\infty} f(x)dx}. \tag{8}$$

В этом случае, зная выражения для *K* и для интеграла, можно найти сумму ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = K \int_0^{\infty} f(x)dx. \tag{9}$$

Покажем это на примере ряда с общим членом $a_n = \left(\frac{1}{r}\right)^{n-1} = r^{1-n}$, для которого монотонное убывание функции $f(x) = r^{l-x}$ обеспечивается условием $r > 1$. В соответствии с (7) получим

$$K = \frac{r^{-n}}{\int_{x=n}^{x=n+1} r^{1-x}dx} = \frac{r^{-n}}{\left|-\frac{r^{1-x}}{\ln r}\right|_n^{n+1}} = \frac{r^{-n}}{\frac{r^{1-n}-r^n}{\ln r}} = \frac{\ln r}{r-1}. \tag{10}$$

Таким образом, $K \neq f(n)$, что позволяет использовать найденный коэффициент эквивалентности для нахождения суммы ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{n-1} = K \int_0^{\infty} r^{1-x}dx = \frac{\ln r}{r-1} \cdot \left|\left(\frac{r^{1-x}}{\ln r}\right)\right|_0^{\infty} = \frac{\ln r}{r-1} \cdot \frac{r}{\ln r} = \frac{r}{r-1}. \tag{11}$$

Полученный результат не содержит каких-либо ограничений по численному значению *r*, кроме условия $r > 1$. Это позволяет использовать его для выражения и расчета суммы ряда общего вида $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{n-1}$ с соответствующими значениями интеграла

$$\int_0^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{x-1} dx = \frac{r}{\ln r} \tag{12}$$

и коэффициента эквивалентности. Расчетные данные по этим величинам приведены в таблице.

Сумма ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{n-1}$, интеграл $\int_0^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{x-1} dx$ и коэффициент их эквивалентности *K* как функции *r*

r	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{n-1}$	11	6	4,(3)	3,5	3	2,(6)	2,429	2,25	2,(1)	2
$\int_0^{\infty} \left(\frac{1}{r}\right)^{x-1} dx$	11,54	6,582	4,955	4,161	3,700	3,404	3,204	3,062	2,960	2,885
K	0,9531	0,9116	0,8746	0,8412	0,8109	0,7833	0,7580	0,7347	0,7132	0,6932

Продолжение таблицы

3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	50	100
1,5	1,(3)	1,25	1,2	1,1(6)	1,143	1,125	1,(1)	1,053	1,034	1,026	1,(01)
2,731	2,885	3,107	3,349	3,597	3,847	4,096	4,343	6,676	8,820	10,84	21,72
0,5493	0,4621	0,4024	0,3584	0,3243	0,2971	0,2747	0,2558	0,1577	0,1173	0,0946	0,0465

В области $1 < r < 2$ происходит резкое уменьшение суммы ряда с дальнейшим асимптотическим приближением его к единице по мере повышения *r*, что следует из гиперболической

формы этой зависимости (11). Как видно из данных этой таблицы, несобственный интеграл при этом проходит через минимум в области между $r = 2$ и $r = 3$. Это следует и из дифференцирования функции (12) по переменной r:

$$d\frac{r}{\ln r} = \frac{\ln r - 1}{(\ln r)^2}, \tag{13}$$

откуда после приравнивания ее нулю получаем значение $r = e \approx 2{,}718$. В свою очередь коэффициент эквивалентности, судя по данным таблицы 1 и рисунка 2, имеет два предельных значения в диапазоне $1 \le r \le \infty$.

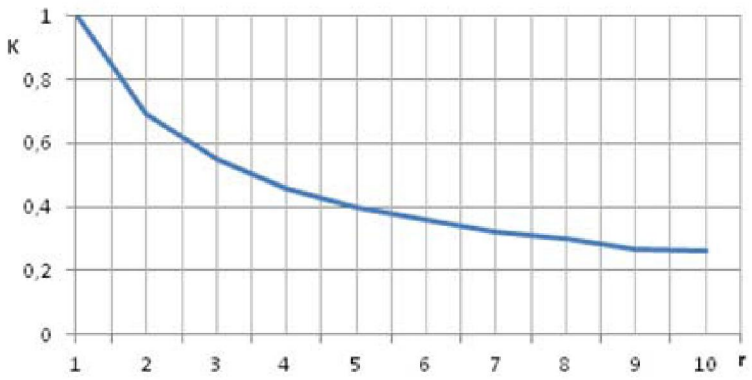

Рисунок 2 – Зависимость коэффициента эквивалентности суммы ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{r}\right)^{n-1}$ и несобственного интеграла $\int_0^{\infty}\left(\frac{1}{r}\right)^{1-x} dx$ от параметра r

Эти особенности устанавливаются по правилу Лопиталя в случае появления неопределенностей типа 0/0 или ∞/∞ соответственно

$$\lim_{r\to\infty} K = \lim_{r\to\infty}\frac{\ln r}{r-1} = \frac{0}{0} = \frac{d\ln r}{d(r-1)} = \frac{1}{r} = 1, \tag{14}$$

$$\lim_{r\to\infty} K = \lim_{r\to\infty}\frac{\ln r}{r-1} = \frac{\infty}{\infty} = \frac{d\ln r}{d(r-1)} = \frac{1}{r} = 0. \tag{15}$$

Следовательно, при наименьшей убыли членов ряда достигается полная эквивалентность (равенство) суммы ряда и соответствующего несобственного интеграла

$$\lim_{K\to 1}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{r}\right)^{n-1} = \int_0^{\infty} r^{1-x}\,dx. \tag{16}$$

Напротив, при наибольшей убыли членов последовательности эквивалентность сравниваемых величин становится исчезающе малой.

Вообще, несмотря на то, что мера эквивалентности суммирования и интегрирования рассматривалась на примере некоторого множества рядов, она в любом случае может оказаться продуктивной при анализе соотношения общего члена ряда и среднеинтегрального значения соответствующей функции в единичном интервале их изменения. Постоянство этого соотношения будет гарантировать возможность вычисления суммы ряда через несобственный интеграл одноименной функции. Если же обнаружится зависимость K от n, то это потребует дополнительного анализа для учета этой зависимости.

Помимо этого, в случае K = const открывается возможность расчета частичных сумм ряда по формуле

$$\sum_{n=1}^{n} a_n = K\int_0^{x=n} f(x)dx. \tag{17}$$

Например, для рассматриваемого ряда общего вида получается выражение, с учетом (10),

$$\sum_{n=1}^{n}\left(\frac{1}{r}\right)^{n-1} = K\int_0^{x=n} r^{1-x}dx = \frac{\ln r}{r-1}\left|-\frac{r^{1-x}}{\ln r}\right|_0^n = \frac{r-r^{1-n}}{r-1}. \quad (18)$$

Необходимо отметить также, что предпринятый анализ эквивалентности суммы ряда и соответствующего несобственного интеграла по единичному интервалу их изменения может быть обобщен на анализ по любым дискретным интервалам, равным или неравным, если необходимо удостовериться в постоянстве коэффициента эквивалентности. Выбор единичного интервала представляется более простым и универсальным.

Выводы. Таким образом, основываясь на интегральном признаке сходимости суммы ряда Коши и Маклорена, разработана процедура определения суммы ряда через отношение общего члена и среднеинтегральной величины одноименной функции в пределах единичного интервала их изменения. Это отношение, названное коэффициентом эквивалентности ряда и интеграла

$$K = \frac{a_{n+1}}{\int_{x=n}^{x=n+1} f(x)dx},$$

в случае его постоянства позволяет находить сумму ряда по формуле

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = K\int_0^{\infty} f(x)dx.$$

Практические аспекты найденного решения могут быть отнесены к задачам последовательного дробления зерен, деструкции молекул и измельчения материалов [2-10].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бронштейн И. Н. Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – 13-е изд. исправленное. – М.: Наука, Гл. ред. физ. – мат. лит, 1986. -544 с.

[2] Ходаков Г.С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. - 240 с.

[3] Колмогоров А.Н. О логарифмически нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении // ДАН СССР. – 1941. – Т. 31. - №2. – С. 99-101.

[4] Родигин Н.М., Родигина Э.Н. Последовательные химические реакции. Математический анализ и расчет. – М.: изд. АН СССР, 1960. – 140 с.

[5] Малышев В.П., Турдукожаева (Макашева) А.М., Кайкенов Д.А. Разработка математической модели последовательной деструкции вещества методом прямого интегрирования // Доклады НАН РК. – 2012. – № 4. – С. 5-13.

[6] Малышев В.П., Турдукожаева (Макашева) А.М., Бектурганов Н.С., Кайкенов Д.А. Логарифмически нормальное распределение фракций при измельчении материалов как аттрактор в вероятностной модели процесса // ДАН РК. – 2013. – № 6. – С. 46-52.

[7] Малышев В.П. Молекулярный шарм и гремящее торнадо барабанных шаровых мельниц // Энциклопедия инженера-химика. – 2013. N9. – с. 54-59; V10. – к. 56-60.

[8] V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhayeva (Makasheva). What Thunder There and is not Heard When Using Ball Mills? // Journal of Materials Science and Engineering A. – 2013. – № 2. – V. 3. – P. 131-144.

[9] Малышев В.П., Макашева А.М., Бектурганов Н.С., Токбулатов Т.Е., Кравченко В.Г., Кайкенов Д.А. Использование вероятностной модели измельчения для анализа и прогнозирования работы промышленной мельницы // Обогащение руд. – 2014. – N4. – С. 3-7.

[10] Малышев В.П., Бектурганов Н.С., Макашева А.М., Кайкенов Д.А., Токбулатов Т.Е., Кравченко В.Г. Новый подход к измельчению руд // Промышленность Казахстана. – 2014. - №6. – С. 72-74.

REFERENCES

[1] Bronshtejn I. N. Semendjaev K.A. Spravochnik po matematike dlja inzhe-nerov i uchashhihsja vtuzov. – 13-e izd. ispravlennoe. – M.: Nauka, Gl. red. fiz. – mat. lit, 1986. -544 s.

[2] Hodakov G.S. Fizika izmel'chenija. – M.: Nauka, 1972. - 240 s.

[3] Kolmogorov A.N. O logarifmicheski normal'nom zakone raspredelenija razmerov chastic pri droblenii // DAN SSSR. – 1941. – T. 31. - №2. – S. 99-101.

[4] Rodigin N.M., Rodigina Je.N. Posledovatel'nye himicheskie reakcii. Ma-tematicheskij analiz i raschet. – M.: izd. AN SSSR, 1960. – 140 s.

[5] Malyshev V.P., Turdukozhaeva (Makasheva) A.M., Kajkenov D.A. Razra-botka matematicheskoj modeli posledovatel'noj destrukcii veshhestva metodom prjamogo integrirovanija // Doklady NAN RK. – 2012. – № 4. – S. 5-13.

[6] Malyshev V.P., Turdukozhaeva (Makasheva) A.M., Bekturganov N.S., Kajkenov D.A. Logarifmicheski normal'noe raspredelenie frakcij pri izmel'chenii materialov kak attraktor v verojatnostnoj modeli processa // DAN RK. – 2013. – № 6. – S. 46-52.

[7] Malyshev V.P. Molekuljarnyj sharm i gremjashhee tornado barabannyh sha-rovyh mel'nic // Jenciklopedija inzhenera-himika. – 2013. N9. – s. 54-59; V10. – k. 56-60.

[8] V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhayeva (Makasheva). What Thunder There and is not Heard When Using Ball Mills? // Journal of Materials Science and Engineering A. – 2013. – № 2. – V. 3. – P. 131-144.

[9] Malyshev V.P., Makasheva A.M., Bekturganov N.S., Tokbulatov T.E., Kravchenko V.G., Kajkenov D.A. Ispol'zovanie verojatnostnoj modeli iz-mel'chenija dlja analiza i prognozirovanija raboty promyshlennoj mel'nicy // Obogashhenie rud. – 2014. – N4. – S. 3-7.

[10] Malyshev V.P., Bekturganov N.S., Makasheva A.M., Kajkenov D.A., Tok-bulatov T.E., Kravchenko V.G. Novyj podhod k izmel'cheniju rud // Promyshlennost' Kazahstana. – 2014. - №6. – S. 72-74.

КОШИ, МАКЛОРЕННІҢ ЖИНАҚТЫЛЫҚ ИНТЕГРАЛДЫ БЕЛГІСІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ҚАТАРҒА БАҒА БЕРУ ЖӘНЕ ҚАТАР СОММАСЫН ЕСЕПТЕУ МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

В. П. Малышев, Ю. С. Зубрина

Ж. Әбішев атындағы химия-металлургия институты, Қарағанда, Қазақстан

Тірек сөздер: қатардың жинақтылығы, қатар соммасы, эквиваленттілік, меншіксіз интеграл, жинақтылық белгісі.

Аннотация. Авторлар алғаш рет Коши, Маклореннің жинақтылық интегралды белгісін қатар жинақтылығын ғана емес, сонымен қатар қатар соммасының өзін анықтау мүмкіндігін қатардың эквиваленттілік коэффициенті мен сәйкесінше меншіксіз интегралды жүргізумен қарастырады. Аталған коэффициенттің тұрақтылығы қатардың түрленуі кезіндегі кез келген жеке интервал мен интеграл үшін оның жалпы меншіксіз интегралды есептеу арқылы қатар үшін қолданылуын қамтамасыз етеді. Осындай тәсіл арқылы көптеген қосылатын қатарларды кеңейтуге және ұсынылған эквиваленттілік коэффициентін бұған дейін белгісіз қатар соммаларын анықтау мақсатында пайдалану үшін ұсынуға мүмкіндік берді.

Поступила 22.05.2015 г.

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 4, Number 356 (2015), 76 – 80

FEATURES OF OPTICAL PROCESSES IN A LIVING CELL

I. S. Blokhin, M. I. Kassymbayev, A. M. Tatenov, H. V. Tsesarski

"IRC (Information Research Center) "ALMATY", Almaty, Kazakhstan.
E-mail: agmax@yandex.com ,tatenov_adambek@mail.ru

Key words: cage, biomolecule, electromagnetic energy, anabolic, catabolic.

Abstract. Currently scientists increasingly focus on the role of absorption of photons by biomolecules of the living cells. In this paper we provide theoretical justification for the existence of optical processes inside living cells, carrying out the communication between biomolecules targeted delivery of the energy required for the mechanical movement and participation in anabolic and catabolic processes. As such processes can be considered the energy of electromagnetic waves of optical and ultraviolet range of the spectrum. The window of the optical activity of the majority of the biomolecules are located in the wavelength range 20 - 500 nm.

We list many facts testifying in favor of the regulation of cellular processes by means of electromagnetic waves. Many biomolecules and their groups are complex optical converters: valves, filters, antennas, polarizers, lasers, and even holograms. Therefore It is proposed to revise the intracellular nature of power in favor of the exchange of biological molecules by energy of electromagnetic waves.

We also assume the availability of the information function of the optical signals. The optical nature of intracellular communication allows you to organize targeted delivery of energy (information) to any biomolecule.

It is important to simulate the possible mechanisms of optical regulation of intracellular processes and figure out ways of receipt of electromagnetic radiation into the cell, and the generation of such radiation.