

$$T_{2,8} = \langle W \rangle / W_{\text{сmax}} = 17 \text{ Вт.ч} / 18,5 \text{ Вт.ч} = 0,92$$

$$\langle k_{\text{обл}} \rangle_{2,8} = 1 - T_{2,8} = 0,08$$

Заключение. Разработана и создана солнечная фотоэлектрическая установка с информационной системой для непрерывного измерения, регистрации напряжения, тока на выходе солнечных модулей, температуры модуля, температуры, влажности воздуха местности. Разработана методика, получена оценка величины среднего суточного и недельного показателя прозрачности атмосферы, коэффициента облачности местности по данным работы СФЭУ.

Литература

- [1.] Киселева С.В., Коломиец Ю.Г., Попель О.С., Тарасенко А.Б. Оценка эффективности фотоэлектрических станций в климатических условиях Кыргызстана. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» (ISJAEE), №1, С. 14–25 (2015)
- [2.] Салиев, М.А., Юмаев Н.Р., Джураев Э., Ахмедов Х.М. Оценка влияния климатических условий на эффективность работы солнечной фотоэлектрической установки, Доклады АН РТ, №1-2, С. 78-83. (2019).
- [3.] Салиев, М.А., Ахмедов Х.М. Эффективность солнечной фотоэлектрической установки в реальных условиях эксплуатации, Известия АН РТ. Отд. физ.- мат., хим., геол. и техн. наук, №1, С. 57-63, (2018).
- [4.] Салиев М.А., Мирзокобилова Ф.О., Юсупова М.З., Ахмедов Х.М. Использование цифровой технологии контроля для оценки влияния климатических факторов на работу солнечной фотоэлектрической установки. // Известия АН РТ, № 4 (181), С.148-156, (2020).
- [5.] Салиев М.А., Маслов В.А., Абдуллаев С.Ф., Ахмедов Х.М. Влияние пылевой бури на работу солнечной установки // Известия НАНТ №4 (189) С.115-124, (2022).

ИСПОЛЬЗОВАННОЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА КОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

Умаров Н.Н., Гафуров Х., *Абдуллаев С.Ф.

Худжандский государственный университет им. академика Б. Гафурова,
г. Худжанд, Республика Таджикистан, E-mail: nasimchon-74@mail.ru

*Физико-технический институт им. С.У. Умарова, Республика Таджикистан,
г. Душанбе, E-mail: sabur.fabdullaev@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты моделирования динамики изменения концентрации тяжелых металлов цинка и мышьяка в пробах почв Северного Таджикистана с использованием уравнения Ферхюльста.

Показано, что концентрация исследуемых тяжелых металлов в местах по времени стабилизируется и на графиках кривые стремятся к постоянной величине.

Ключевые слова. почва, уравнение Ферхюльста, тяжелые металлы, цинк, мышьяк, логистическое уравнение.

Общезвестно, что тяжелые металлы занимают одно из первых мест среди всех загрязнителей биосферы. Согласно [1, 2] в основном максимальное загрязнение почв тяжелыми металлами наблюдается вблизи крупных автомагистралей на территориях и вблизи тепловых электростанций, хвостохранилищ и др. Загрязнения атмосферы, почв, биообъектов

тяжелыми металлами приводят к ухудшению экологических условий окружающей среды [1, 2].

Согласно литературы в современной науке математическое моделирование физических процессов играет важную роль. Математические модели – это язык, на котором формулируются наши представления о физических, биофизических и других явлениях в природе. Математическая модель должна иметь аналитическое решение, чтобы стать полезной для изучения реального физического явления [3,4].

В изолированной системе при длительном периоде наблюдения П.Р. Ферхюльст [5] вывел уравнение, описывающее рост популяции. Ферхюльстом представлено следующее уравнение по динамике численности популяции:

$$\frac{dx}{dt} = rx - mx^2 \quad (1)$$

где r – удаленная скорость роста численности, x – численность популяций, m – число встреч членов популяции, при котором они могут конкурировать за какой либо ресурс.

Решением логистического уравнения П.Р. Ферхюльста [5] является:

$$x(t) = \frac{x_0 K e^{rt}}{K - x_0 + x_0 e^{rt}} \quad (2)$$

В уравнении (2) параметр K носит название «ёмкости концентрации», выражается в единицах численности (или концентрации) и носит системный характер. В нашем случае x – концентрация одного из видов тяжелых металлов, $x_0 = x(t=0)$ – концентрация этого металла без влияния внешних факторов (начальная концентрация), $K/2$ – предполагаемая предельно допустимая концентрация тяжелых металлов в почве.

С помощью уравнения (2) и программы Mathcad можно выполнить расчёт и строить график функции при различных концентрациях тяжелых металлов (ТМ) [6].

Концентрацию ТМ определили методом рентгенофлуоресцентного анализа, согласно методу, описываемого в работах [7, 8].

Целью настоящей работы является исследование содержания тяжелых металлов в различных почвах, методом рентгенофлуоресцентного анализа и моделированием логистической модели.

На рис. 1 приведены зависимости концентрации тяжелых металлов (цинк) в различных пробах почв, взятых в разные годы. График такой функции называется логистическим, а рост и уменьшение количества ТМ соответствуют логистическим уравнениям. В связи этим предположим, что максимальный рост достигается, когда количество ТМ равно примерно $K/2$.

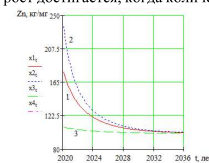


Рис.1. Динамика изменения концентрации цинка в пробах почв:
1) Хвостохранилище Дегмае, 2) г. Исфара, 3) г. Худжанд

По литературным данным [9], предельно допустимая концентрация (ПДК) цинка в почвах равна 100 мг/кг; в связи этим $K/2=100$ мг/кг. Цинк относится к ТМ повышенной токсичности при высоком содержании в почвах. Из графика видно, что количество цинка в Дегмае и Исфаре выше нормы и с течением времени оно монотонно уменьшается. Согласно графику, концентрация цинка в исследованных местах по времени стабилизируется, а в графике кривой остаётся постоянной величиной.

На рис. 2 приведены график функции концентрации мышьяка от времени. Мышьяк относится к токсичным элементам, ПДК мышьяка согласно гигиеническому нормативу примерно равна 2 мг/кг поэтому коэффициент равно $K/2=2$ мг/кг. Из рис. 2 видно, что концентрация мышьяка для всех исследованных места отбора пробы почв превышает ПДК. Возможно со временем почва стабилизируется. Доверительный интервал с вероятностью 95% приблизительно равно на 2.8.

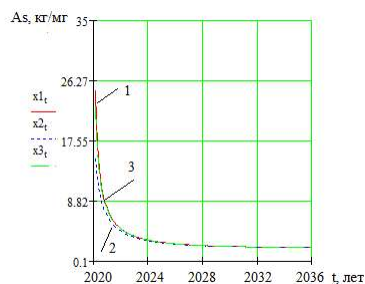


Рис. 2. Динамика изменения концентрации мышьяка в пробах почв; 1) Хвостохранилище Дегмае, 2) г. Исфара, 3) г. Худжанд

Таким образом, логистическое уравнение можно применять для оценки изменения концентрации ТМ в почвах, то есть с помощью логистического модели можно прогнозировать содержание ТМ в почвах. Установлено, что количество ТМ, таких как цинк и мышьяк, в составе различных почв со временем изменяется и этот факт близок к модельным расчётам. Логистическое уравнение можно применять для прогнозирования и временной стабилизации концентрации ТМ в составе различных почв.

Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. – М.: Издательство Московского университета. – 2012. – 412 с.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов-на-Дону: Издательство «Феникс». – 2001. – 576 с.
3. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2003. – 184 с.

4. Пронин Ц.Б., Пронин Б.В. Основы биофизики и компьютерное моделирование биофизических процессов: Учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2018. – 160 с.
5. Pearl Raymond. The Biology of Population Growth (англ.) // The American Mercury. – 1924. – November -v. III.– No 11. –P. 293– 305.
6. Берков Н.А., Елисеева Н.Н. Математический практикум с применением пакета Mathcad. М: МГИУ. – 2006. – 135 с.
7. Умаров Н.Н. Распределение содержания тяжелых металлов в полини горькой и почве Согдийской области Республики Таджикистан. Химическая безопасность. – 2022. – Т. 6. – № 1. – С. 79–84. – DOI 0.25514/CHS.2022.1.21005.
8. Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Назаров Б.И., и др. Динамика распределения тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в образцах почвы и пылевого азрозоля юга Таджикистана. Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27. – № 03. – С. 207–214.
9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED COMPOSITIONS OF $(1-x)AF_{e_{12}}O_{19} - xBTiO_3(A-Ba,Pb,Cd;B-Ba,Pb)$

K.Abdulvakhidov¹, S.Otajonov², N.Yunusov²,

¹Prof. Southern Federal University, Rostov-on-Don,Russia

²Prof. Fergana state university, Uzbekistan

Abstract: In this work, the electrophysical properties of nanostructured compositions of $(1-x)AF_{e_{12}}O_{19} - xBTiO_3(A-Ba,Pb,Cd;B-Ba,Pb)$ ceramics in the range of $x=0.0-1.0$ with a concentration step $\Delta x=0.1$ were studied by complex methods. X-ray diffraction revealed that the YbMF compositions in the range of $x=0.1-0.5$ were hexagonal (H) phase solid solutions. In the concentration range of $x=0.6-0.8$, the hexagonal and orthorhombic (O) systems coexist, and the unit cell parameters of these phases rise with increasing x . The study of the lattice parameters, bond lengths, bond angles and the main parameters of the magnetic hysteresis loop of the H-phase revealed the presence of a singular point $x=0.5$ in the concentration range, where extrema of the corresponding parameters were observed.

Key words: electrophysical, spintronics, magnetoelectric sensors, multiferroic, Néel temperature, ferroelectric, antiferromagnet.

Introduction. Rare-earth multiferroic $(1-x)AF_{e_{12}}O_{19} - xBTiO_3(A-Ba,Pb,Cd;B-Ba,Pb)$ is interesting because it is a potential candidate for use as a functional element in information storage devices, spintronics, magnetoelectric sensors, etc. Such applications are based on the presence of magnetic and ferroelectric sublattices in YbMF and the possibility of cross-influence on them by electric and magnetic fields, respectively. The initial $(1-x)AF_{e_{12}}O_{19} - xBTiO_3(A-Ba,Pb,Cd;B-Ba,Pb)$ component crystallizes in the hexagonal syngony (hereinafter h-YbMO), while the second YbFeO₃ component crystallizes in the hexagonal (hereinafter h-YbFO) and orthorhombic (hereinafter o-YbFO) syngonies. Hexagonal h-YbMO is a multiferroic with a ferroelectric phase transition temperature $T_c=993$ K. The temperature of the antiferromagnetic phase transition differs in different works: According to, the antiferromagnetic transition in these manganites occurs at $T_N \approx 70-130$ K,