

СОЧИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СОЧИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**«Актуальные задачи математического
моделирования и информационных
технологий»**

Материалы Международной
научно-практической конференции

21 – 29 сентября 2019 года

Сочи – 2019

ББК 22.12
УДК 51
А 43

Научные редакторы
А.Р. Симонян, Е.И. Улитина

Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Сочи, 21–29 сентября 2019 г. / Соч. гос. ун-т; Науч. ред.: А.Р. Симонян, Е.И. Улитина. – Сочи, 2019. – 36 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце ст.

ISBN 978-5-91789-282-5

ББК 22.12
УДК 51

В сборнике рассматриваются различные подходы математического моделирования и применения информационных технологий в различных сферах.

Освещаются проблемы, инновационные подходы и тенденции развития различных разделов математического моделирования и информационных технологий при составлении моделей обслуживания в экономике, в туризме, в образовательной среде и т.д.

Данный сборник может быть полезен для студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений. Результаты некоторых работ имеют практическое применение и могут быть использованы в деятельности государственных и негосударственных организаций различных сфер деятельности.

ISBN 978-5-91789-282-

СОДЕРЖАНИЕ

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОН МОДАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЙМАНА ТИПОВ А, В, С Власова К. А., Корников В. В.....	4
2. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ШЕСТИРЕЗЕРВУАРНОЙ МОДЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА Воронков Б. Н., Баич А. В.....	8
3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ Воронков Б. Н., Щеголеватых А. С.....	12
4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ Воронкова М. А.....	16
5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЪЕЗДНОГО ТУРИЗМА Гордиенко С.В.....	19
6. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ Каменских М.А.....	22
7. МАТЕМАТИКА ВОКРУГ НАС Пилюсян Э.А., Борисенко М.А.....	24
8. О НЕКОТОРЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ* Симонян А.А., Улитина Е.И...	28
9. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА* Симонян А.А., Джандубаева М.Ш.....	32

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОН МОДАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЙМАНА ТИПОВ А, В, С

Власова К. А.,

Корников В. В.

kseniia.vlasova.910@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

Аннотация. В статье рассматривается численное нахождение зон модальности для распределений Неймана типов А, В и С. Предлагаются некоторые оптимизации для вычисления данных распределений.

Ключевые слова. распределение Неймана, модальность.

Для моделирования логистических задач наилучшим образом подходит применение распределений Неймана. Эти распределения относятся к классу контагиозных (термин введён Нейманом в 1939 году в статье, описывающей процессы кластеризации или распространения инфекций [5]). Изначально распределение Неймана описывало биологическую модель распределения личинок [4, но сейчас оно успешно применяется и в других областях. Для этого нужно удостовериться в его унимодальности, которая для каждого из типов строго не доказана.

Цель работы – исследование модальности распределения Неймана типа А, проверка согласованности полученных результатов с результатами предыдущих исследований [2, 3], а также проведение аналогичных исследований для типов В и С.

В ходе проделанной работы было разработано несколько программ, позволяющих найти границы зон модальности двухпараметрических распределений, задаваемых рекуррентными формулами. Граница зоны модальности – кривая на двумерной плоскости параметров, по одну сторону от которой распределение унимодально, а по другую – многомодально. При этом существуют две вариации алгоритма: 1) алгоритм находит все границы

зон модальности в заданном диапазоне параметров. 2)на основе предположения, что у распределения только одна граница смены модальности, осуществляется её поиск. Это позволяет существенно ускорить работу алгоритма.

Распределение Неймана типа А – самое простое и наиболее изученное из распределений Неймана [1]. Оно задаётся следующими рекуррентными формулами: $P_0 = \exp(\lambda(e^{-\varphi} - 1))$, $P_x = (\lambda\varphi/x)e^{-\varphi} \sum_{j=0}^{x-1} (\varphi^j/j!)P_{x-j-1}$.

Унимодальность распределения Неймана типа А является предметом рассмотрения в различных статьях. Так, в “NeymanTypeADistributionRevisited”[3], было проведено аналитическое исследование модальности Неймана типа А и получены три зоны модальности. В статье “Анализ обобщённого контагиозного распределения Неймана на многовершинность” [2] было проведено альтернативное исследование модальности и получены более широкие множества (φ, λ) , в которых распределение унимодально.

В нашей работе также рассматривается модальность распределения Неймана типа А. Она определяется при помощи вычислительного алгоритма, описанного выше. С целью расширения диапазона вероятностей, которые можно посчитать, был произведён ряд оптимизаций. Так, коэффициент $e^{-\varphi}$ был внесён под знак суммы и полученные коэффициенты $e^{-\varphi}\varphi^j/j!$ были заранее посчитаны. В результате были получены зоны модальности для распределения Неймана типа А, согласующиеся с предыдущими результатами и расширяющие их (Рис.1). Было замечено, что: 1.распределение Неймана типа А имеет только одну границу смены модальности 2.форма этой границы зависит от заданной точности вычислений (Рис.2) 3.последовательное увеличение точности позволяет предположить границу для идеальных вычислений.

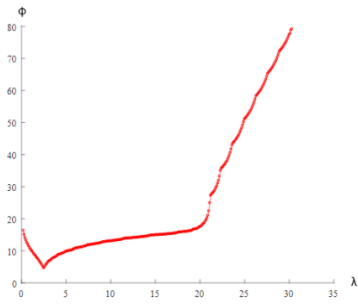


Рис.1

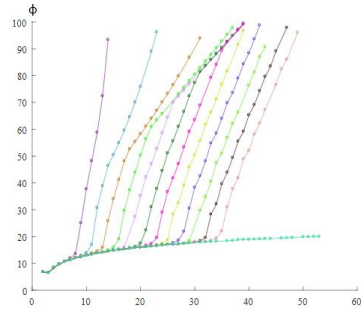


Рис.2

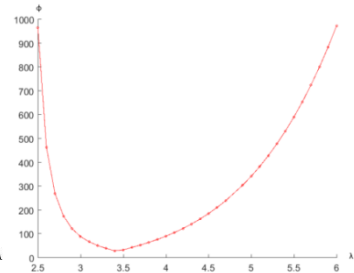


Рис.3

Для предполагаемой границы зоны модальности для идеальных вычислений можно найти функцию, аппроксимирующую её:

$$\varphi = 3.4 \ln(0.96655 \lambda - 1.7) + 5.9.$$

$$\text{Распределение Неймана типа В: } P_0 = \exp\left(\frac{\lambda}{\varphi(1-\varphi-e^\varphi)}\right),$$

$$P_x = \frac{\lambda}{x\varphi} \sum_{j=0}^{x-1} (j+1) \left(1 - e^{-\varphi} \sum_{i=0}^{x-1} \frac{\varphi^i}{i!}\right) P_{x-j-1}.$$

$$\text{Распределение Неймана типа С: } P_0 = \exp\left(2 \frac{\lambda}{\varphi^2} \left(e^{-\varphi} - 1 - \frac{\varphi^2}{2} + \varphi\right)\right),$$

$$P_x = \frac{2\lambda e^\varphi}{x\varphi^2} \sum_{j=0}^{x-1} (j+1) \left(\varphi \left(e^\varphi - \sum_{i=0}^j \frac{\varphi^i}{i!}\right) - (j+2) \left(e^\varphi - \sum_{i=0}^{j+1} \frac{\varphi^i}{i!}\right)\right) P_{x-j-1}.$$

Модальность распределения Неймана типов В и С определяется при помощи того же вычислительного алгоритма, что применялся для распределения Неймана типа А. Также были применены оптимизации, связанные с подсчётом коэффициентов. В результате были получены зоны модальности для распределения Неймана типа В (Рис.3). Видно, что распределение становится многомодальным при больших значениях параметров φ по сравнению с распределением Неймана типа А при одинаковых λ . Для распределения Неймана типа С найти параметры, при которых распределение многомодально, не удалось. Можно предположить, что распределение всегда унимодально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ram C. Tripathi. Neyman's type A,B, C Distributions, 2004.
2. Ордин Л.И. Анализ обобщённого контагиозного распределения Неймана на многовершинность, 2017.
3. Claude Masse J., Theodorescu R. Neyman Type A distribution revisited, 2004.
4. Gurland J. A generalized class of contagious distributions, 2014.
5. Neyman J. On a new class of contagious distributions, applicable in entomology and bacteriology, 1939.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ШЕСТИРЕЗЕРВУАРНОЙ МОДЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Воронков Б. Н.,

Баич А. В.

vrnkiv@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия

Аннотация. Приводится описание математической модели кровообращения человека, учитывающей состояние большого и малого кругов сердечно-сосудистой системы с выделенными почечными сосудами и результаты исследования устойчивости данной модели. Использование пакета программ Maple позволило получить аналитические выражения для определения функций сердечно-сосудистой системы и характера переходных процессов, а также исследовать поведение функций системы кровообращения у больных инфарктом миокарда и почечной недостаточностью.

Ключевые слова. Модель системы кровообращения, нейтральная устойчивость, почечная недостаточность.

Роль моделирования в изучении функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС) человека с каждым годом возрастает. Это, в первую очередь, связано с пониманием сложности исследуемого объекта и большим числом задач, которые невозможно решить иным способом, кроме математического моделирования.

Модели системы кровообращения обычно делятся на две основные группы: модели гемодинамики ССС и модели регуляции сердечного выброса. Модели гемодинамики отражают процессы течения крови в отдельных участках системы кровообращения (например, математическое моделирование кровообращения в условиях почечной недостаточности).

Они строятся, как правило, на основе прямой аналогии с электрическими цепями, либо косвенной аналогии при решении уравнений модели с использованием ЭВМ. К моделям первой группы можно отнести, например, модели Амосова Н. М. [1], Лищука В. А. [2]. Модели регуляции сердечного выброса рассматривают основные свойства и характеристики сердца как насоса, сосудистой системы и контуров управления [3, 4].

Нами за основу была взята классическая четырёхрезервуарная модель ССС [2] и модифицирована до шестирезервуарной, добавлением в большой круг кровообращения почечных вен и артерий.

Таким образом, динамическая терапевтически-ориентированная шестирезервуарная математическая модель кровообращения, включающая в себя левый желудочек сердца, большой круг кровообращения, в который включены почечные сосуды, правый желудочек, и лёгочный круг кровообращения, будет иметь следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy_1}{dt} = (g_5)^{-1} \left[\frac{\alpha}{g_4} y_4 - \left(g_{12} + \frac{\alpha}{g_4} \right) y_1 \right], \\ \frac{dy_2}{dt} = (g_6)^{-1} \left[g_{12} y_1 + \frac{\alpha}{g_2} (y_3 - y_2) + g_{52} y_5 \right], \\ \frac{dy_3}{dt} = (g_7)^{-1} \left[\frac{\alpha}{g_2} y_2 - \left(\frac{\alpha}{g_2} + g_{34} + g_{36} \right) y_3 \right], \\ \frac{dy_4}{dt} = (g_8)^{-1} \left[\frac{\alpha}{g_4} (y_1 - y_4) + g_{34} y_3 \right], \\ \frac{dy_5}{dt} = (g_9)^{-1} \left[\left(-g_{52} - \frac{\alpha}{g_{11}} \right) y_5 + \frac{\alpha}{g_{11}} y_6 \right], \\ \frac{dy_6}{dt} = (g_{10})^{-1} \left[g_{36} y_3 + \frac{\alpha}{g_{11}} (y_5 - y_6) \right], \\ y_1(0) = y_{01}; y_2(0) = y_{02}; y_3(0) = y_{03}; \\ y_4(0) = y_{04}; y_5(0) = y_{05}; y_6(0) = y_{06}; \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} q_{12} = g_{25}y_1, & q_{52} = g_{52}y_1, \\ q_{23} = \alpha \cdot (g_2)^{-1}(y_2 - y_3), \\ q_{34} = g_{34}y_3, & q_{36} = g_{36}y_3, \\ q_{41} = \alpha \cdot (g_4)^{-1}(y_4 - y_1), \\ q_{65} = \alpha \cdot (g_{11})^{-1}(y_6 - y_5). \end{cases}$$

Здесь α – коэффициент, обеспечивающий согласование размерностей в формулах идентификации гемодинамических показателей (множитель для перевода из (дин /см²) в (мм рт. ст.⁻¹)).

$y_i = y_i(t)$ – функции давления в резервуарах системы кровообращения ($i = \overline{1,6}$); t – время; g_j – управляемые (внутренние) параметры модели кровообращения ($j = \overline{1,11}$); $y_i(0)$ – начальные условия. g_{ij} – параметры, учитывающие состояние конкретных сосудов (например, $g_1 = g_{12} + g_{52}$ – насосный коэффициент правого желудочка сердца, учитывающий состояния венозного резервуара большого круга кровообращения (1), лёгочного артериального резервуара (2) и почечных вен (5)).

$$\begin{aligned} q_{12} = q_{12}(t), q_{52} = q_{52}(t), q_{23} = q_{23}(t), q_{34} = q_{34}(t), q_{36} = q_{36}(t), \\ q_{41} = q_{41}(t), q_{65} = q_{65}(t), \end{aligned}$$

– объёмные скорости крови.

Используя преобразование Лапласа для данной системы дифференциальных уравнений и применив систему компьютерной математики Maple удалось строго доказать нейтральную устойчивость математической модели (то есть в ней возможно существование бесконечного множества положений равновесия, определяемых начальными условиями и значениями управляющих параметров) и провести исследование влияния управляемых параметров системы кровообращения на шесть выходных функций, анализируя которые врач может принимать решение по выбору тактики лечения конкретных пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, осложнёнными почечной недостаточностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические исследования физиологических систем: математическое моделирование / Н. М. Амосов, Б. Л. Палец, Б. Т. Агапов [и др.]. Под общей редакцией Н. М. Амосова. – Киев: Наукова думка, 1977. – 245 с.
2. Лищук В. А. Математическая теория кровообращения / В. А. Лищук. – М. : Медицина, 1991. – 256 с.
3. Солодянников Ю. В. Элементы математического моделирования и идентификация системы кровообращения / Ю. В. Солодянников. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 1994. – 316 с.
4. Караваев А. С. Математическое моделирование механизмов функционирования и синхронизация элементов системы кровообращения / А. С. Караваев // Диссертация на соискание учёной степени д. ф.-м. н. – Саратов: ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», 2019. – 276 с.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЗАТУХАНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ**

Воронков Б. Н.,¹

Щеголеватых А. С.²

vrnk@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»¹,

АО «Концерн «Созвездие»²

Аннотация. Рассматривается модель распространения радиоволн с учётом электрофизических параметров подстилающей поверхности. Приведены результаты расчёты модуля функции потерь для различных радиотрасс.

Ключевые слова. Функция потерь, поле земной волны, электрофизические параметры подстилающей поверхности

Эксплуатация сетей радиосвязи, разработка методов реконструкции и модернизации их, а также проектирование новых передающих устройств и радиоцентров в настоящее время не могут быть осуществлены без детального анализа условий формирования излучаемого сигнала и распространения радиоволн [1, 2]. Обеспечение надёжной связи между приёмными и передающими устройствами требует учёта не только параметров радиоаппаратуры, но и условий сложного распространения поверхностных радиоволн, особенно в диапазоне 0,1...1 МГц. Зная трудности в определении характеристик среды распространения, обычно прибегают к формуле Л. У. Остина [1], имеющей следующий вид:

$$E_{\vartheta} = \frac{300\sqrt{P_u D}}{L} \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}} \exp\left(-\frac{0,0014}{\lambda^{0,6}}\right), \quad (1)$$

где E_θ – напряжённость электромагнитного поля в точке приём, мВ/м;
 P_u - мощность излучения, кВт; D - коэффициент усиления антенны; L -
 расстояние между приёмником и передатчиком, км; λ - длина волны, км; θ
 - центральный угол, связанный с расстоянием L соотношением

$$\theta \cdot \sin \theta = \frac{90000 \cdot P_u D}{L^4}.$$

Формулу Остина Л. У. рекомендуется использовать для трасс длиной 2000...10000 км. На меньшие расстояния оценку уровней сигнала в точке приёма определяют, решая математическую задачу о распространении поверхностных волн.

Обычно решение задачи о распространении земных радиоволн над поверхностью Земли производится по следующей схеме: сначала составляют уравнения Максвелла для волновода, образуемого земной поверхностью (нижняя среда) и атмосферой (верхняя среда), а затем находят решение этих уравнений, удовлетворяющее граничным условиям, т. е. на границе раздела двух сред с учётом расположения приёмных и передающих средств.

Если точные граничные условия заменить приближёнными соотношениями, называемых импедансными условиями [3] и учесть, что затухание радиоволн зависит от длины радиотрассы L , частоты сигнала f и параметров подстилающей поверхности ε_r и σ , можно получить выражение для функции потерь радиосигнала

$$W(f, L) = 20 \lg \left[\frac{8\pi^2 |\varepsilon_r - 1 - j \cdot 0,6 \cdot 10^4 \sigma / f| \left(\frac{Lf}{300} \right)^2}{3} \right]. \quad (2)$$

На рисунке 1 показано влияние этих параметров на функцию потерь W для расстояния $L=500$ км для различных подстилающих поверхностей.

$$|W(f, L)|$$

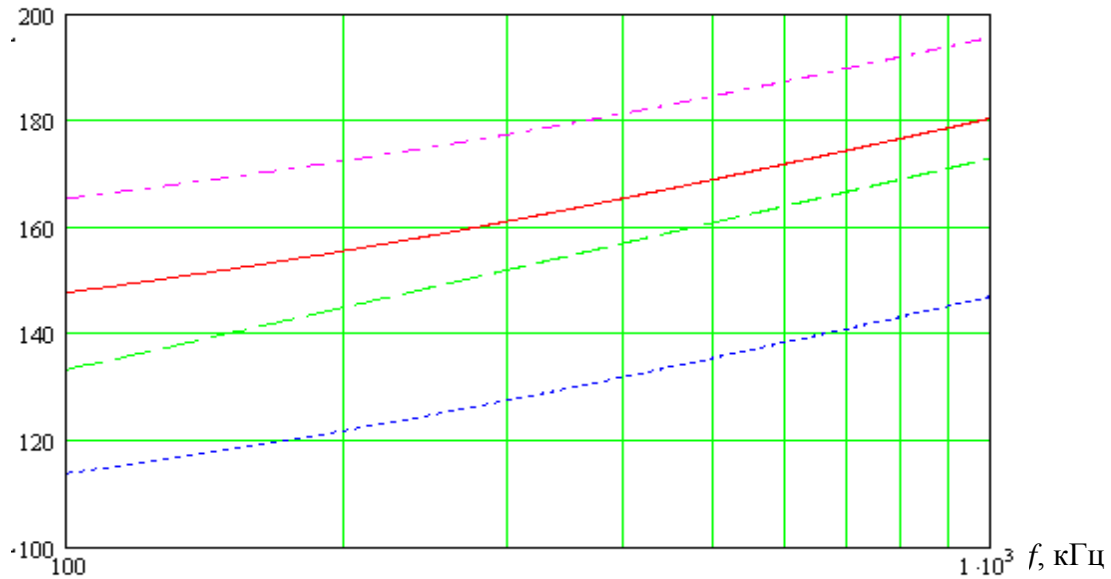


Рисунок 1. Функция потерь W в зависимости от частоты f для расстояния 500 км между приёмником и передатчиком при распространении: 1) над почвой Арктики ($\epsilon = 15$, $\sigma = 0.5$ мСм/м) (сплошная линия); 2) над лесным массивом ($\epsilon = 1,3$, $\sigma = 0,01$ мСм/м) (пунктирная линия); 3) над ледяными полями ($\epsilon = 7$, $\sigma = 0,03$ мСм/м) (штриховая линия); 4) над морской поверхностью ($\epsilon = 80$, $\sigma = 4$ См/м) (штрихпунктирная линия).

Расчёты по данной формуле показывают, что потери радиосигнала при распространении над лесистой местностью в диапазоне 200 ... 600 кгц на 19 ... 21 дБ меньше, чем над пустынной почвой. Однако, для подстилающих поверхностей, насыщенных водой, на низкой частоте, функция потерь W даёт завышенные значения.

Для водных растворов удельную электропроводность можно представить в виде

$$\sigma(f) = \sqrt{\frac{f \cdot \sigma \cdot \epsilon_r}{1,8 \cdot 10^7}} \cdot (3)$$

Тогда, подставляя формулу (3) в выражение (2), получим

$$W_1(f, L) = 20 \lg \left[\frac{8\pi^2 |\epsilon_r - 1 - j \cdot 0,6 \cdot 10^4 \sigma / f| \left(\frac{Lf}{300}\right)^2}{3} \right] \cdot (4)$$

Полученная формула (4) обобщает подход к оценке потерь на различных радиотрассах, что значительно повышает точность расчётов. Она показывает, что на низких частотах функция потерь W_1 даёт значения, близкие к средним статистическим. Формула (4) обеспечивает достаточную точность определения функции потерь при распространении радиоволн над земными поверхностями, обладающими низкой удельной электропроводностью. Например, подтверждается снижение функции потерь W при распространении радиосигнала над лесистой местностью. Известная формула Л. У. Остина [1] верна для трасс длиной 2000...10000 км. Формула (4) позволяет более точно определять уровни радиосигнала при распространении над земной поверхностью для относительно небольших расстояний (100 км и более) по сравнению с формулой Л. У. Остина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернов Ю. А. Распространение радиоволн и прикладные вопросы / Ю. А. Чернов. – М.: Техносфера, 2017. – 682 с.
2. Чернов Ю. А. Специальные вопросы распространения радиоволн в сетях связи и радиовещания / Ю. А. Чернов. – М.: Техносфера, 2018. – 688 с.
3. Долуханов М. П. Распространение радиоволн / М. П. Долуханов – М.: Связь, 1972. – 336 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Воронкова М. А.

mariabesova@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Россия

Аннотация. В работе рассмотрено применение средств статистического анализа данных для решения задач оценки и прогнозирования рейтинга социально-воспитательной и учебно-методической работы преподавателя высшего учебного заведения.

Ключевые слова. математическая статистика, система оценки, рейтинг.

Контроль социально-воспитательной и учебно-методической работы преподавателей является неотъемлемой частью системы качества образования в любом высшем учебном заведении.

Результатом контроля деятельности преподавателей служит рейтинг социально-воспитательной и учебно-методической работы. Следовательно, возникает задача прогнозирования рейтинга преподавателя в зависимости от конкретных показателей его деятельности за определенный период времени.

Одним из способов решения этой задачи является использование методов статистического анализа данных. При этом используются такие методы, как статистическое наблюдение, построение выборочной совокупности, корреляционный и регрессионный анализ.

В качестве исходных данных к работе были взяты показатели по социально-воспитательной и учебно-методической работе преподавателей ВУЗа за учебный год. Результаты наблюдений были представлены в виде матрицы. Параметры выборочной совокупности определены следующим образом и выражаются в баллах:

- X1: руководство проектной деятельностью обучающихся (кроме выпускных квалификационных работ);
- X2: подготовка команды по соответствующим компетенциям для участия в WorldSkillsRussia (Ворлдскиллс Россия);
- X3: получение ППС награды (диплом, благодарность) за кураторство академических групп, организацию и результаты культурно-творческой, спортивной и общественной деятельности обучающихся;
- X4: проведение ППС воспитательных, культурно-массовых и общественных мероприятий, в том числе в общежитиях университета;
- X5: издание учебно-методических публикаций;
- X6: разработка рабочих программ дисциплин, практик;
- X7: разработка и регистрация фондов тестовых заданий по дисциплинам в автоматизированной интерактивной системе сетевого тестирования.
- Y: итоговый коэффициент рейтинга преподавателя.

Разработанная система производит расчет описательной статистики, осуществляет проверку нормальности распределения параметров выборки, проводит корреляционный и регрессионный анализ данных, строит уравнение прогноза рейтинга преподавателя.

На рисунке 1 представлен пример проверки нормальности распределения параметра.



Рисунок 1. Проверка распределения в разработанной системе

На рисунке 2 показан вид диаграмм корреляционных плеяд для матриц парной и частной корреляции.

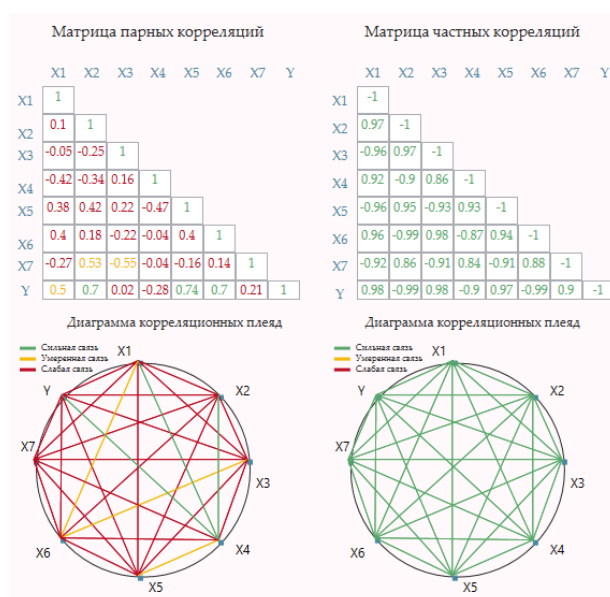


Рисунок 2. Корреляционный анализ в разработанной системе

Программа зарегистрирована в Университетском фонде электронных ресурсов Оренбургского государственного университета [1].

ЛИТЕРАТУРА

1 Университетский фонд электронных ресурсов – Система анализа и прогнозирования рейтинга социально-воспитательной и учебно-методической работы преподавателя [Электронный ресурс] // ОГУ, 2019. – Режим доступа:

https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=1881.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЪЕЗДНОГО ТУРИЗМА

Гордиенко С.В.

stgordi@gmail.com

ФГБУН СНИЦ РАН, Сочи, Россия

Аннотация. Определение эффективности въездного туризма на основе количественных показателей не отражает значение туризма на экономику в целом и его значение для местных жителей. В работе предложены и рассчитаны производные качественные показатели въездного туризма: общий доход от въезда одного иностранного туриста и доход от одного иностранного туриста на одного постоянного жителя. Значения этих показателей лучше информируют о возможном влиянии на социальную атмосферу и поддержку населением развития туризма в различных странах.

Ключевые слова: туризм, въездной туризм, определение эффективности, доход от туризма, качественные показатели.

Согласно отчета Всемирного совета по туризму и путешествиям (WTTC) «Country Analysis-2017», туристическая отрасль развивается, опережая среднемировые темпы роста, прямые, косвенные и индуцированные результаты Travel&Tourism составили 8,3 триллиона долларов США в ВВП мира. По показателю «общий вклад туризма в валовый внутренний продукт страны», WTTC ставит Россию на 16 место по абсолютным показателям, но по его доле в ВВП — на 167 место из 185. Экспортные доходы от сферы туризма (траты въезжающих иностранцев) составляют: США — \$200,7 млрд., Китай — \$125,2 млрд., Испания — \$75,4 млрд., Германия — \$50,6 млрд., Франция — \$50,3 млрд., Россия — 839,5 млрд. рублей (\$14,4 млрд.) [1]. При этом параметры въездного туристского потока в этих странах отличаются не столь

существенно: США — 74,5 млн. человек, Китай — 63,2 млн.ч., Франция 85,6 млн.ч., Германия 37,2 млн.ч., Россия — 28,8 млн.ч. [1].

Вышеперечисленные показатели позволяют определить производный показатель «Доход от въезда 1 иностранного туриста», который может быть рассчитан как отношение доходов от въезда к количеству въехавших.

$$TRt = \Sigma tc / Qtc \quad (1)$$

где TRt (totalrevenuefrom 1 tourist) — общий доход от одного иностранного туриста,

Σtc (touriststothe country) — сумма всех доходов от въезда иностранных туристов в страну [1],

Qtc — количество всех иностранных туристов, въехавших в страну [1].

Этот качественный показатель отображает на рисунке 1, что отдача от приема одного иностранного туриста в России (\$0,5 тыс.) в 5 с лишним раз меньше, чем в США, почти в 4 раза меньше, чем в Китае.

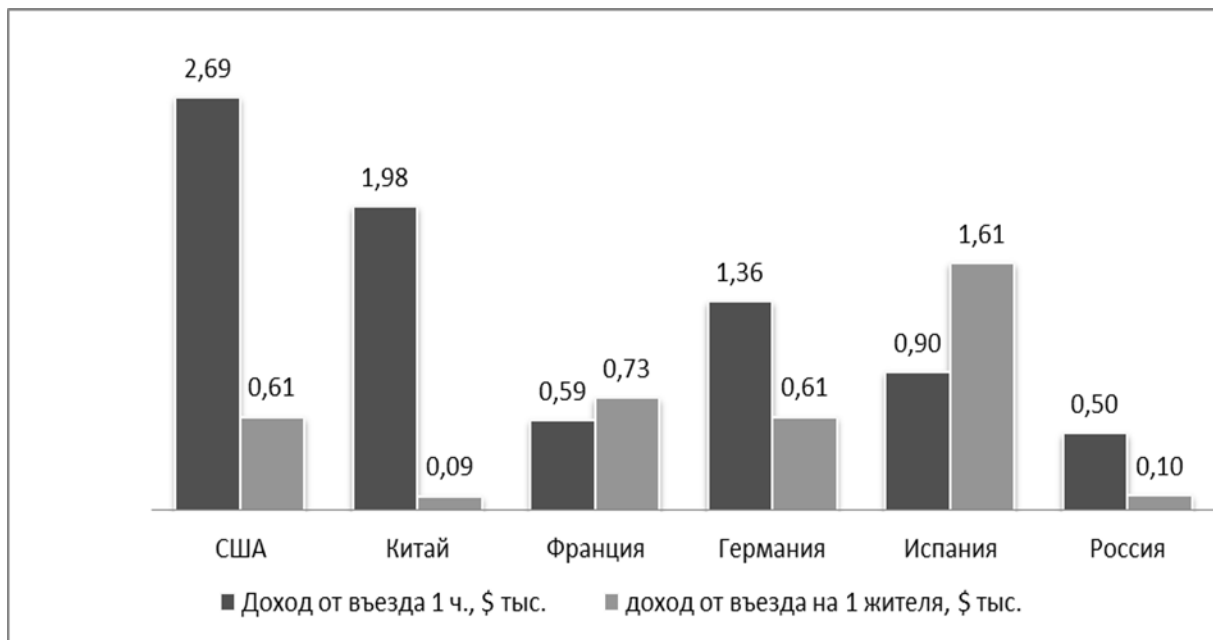


Рисунок 1 — Доходы от въездного туризма в 2017 г.

Рассматривая низкий показатель России по доходам от одного иностранного туриста, по сравнению с другими странами, был рассчитан

еще один производный показатель, отображенный на рисунке 1: доход от одного туриста на одного местного жителя. Расчет его тоже не составляет труда и был определен как отношение доходов от въездного туризма, полученных из вышеупомянутого отчета WTTC «Country Analysis-2017» к числу местных жителей:

$$TRr = \Sigma tc / Qpr \quad (2)$$

где TRr (totalrevenueper 1 resident) — общий доход от одного иностранного туриста на одного постоянного жителя,

Σtc (touriststothe country) — сумма всех доходов от въезда иностранных туристов в страну [1],

Qpr (permanentresident) — количество всех постоянных жителей в стране [2].

Значения этого показателя информируют о значении долгосрочных инвестиций, в т.ч. в технологическое развитие туристской отрасли, для социальной атмосферы и поддержки населением развития туризма в различных странах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет Всемирного совета по туризму и путешествиям (WTTC) CountryAnalysis — 2017. [Электронный ресурс] URL:<https://www.wttc.org/economic-impact/country-analysis/> (дата обращения: 12.03.2019).
2. Население мира. Статистический отдел ООН. [Электронный ресурс] <https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/crvs/index.cshtml> (дата обращения: 12.04.2019).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ

Каменских М.А.

permmak13@gmail.com

Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, Россия

Аннотация. В статье представлена модель, отражающая влияние результаты сетевого взаимодействия субъектов промышленной системы на объем промышленного производства в регионе. По результатам моделирования выявлено, что наибольшее влияние оказывает объем технологических инноваций, основные фонды и численность занятых с высшим образованием.

Ключевые слова. сетевое взаимодействие, промышленная система, моделирование

Непосредственно оценка влияния сетевого взаимодействия субъектов промышленности и связанных с ними организаций осуществляется на основе представленной системы эконометрических уравнений. В общем виде функции представляются следующим образом:

$$\begin{cases} y = f(L, K, I), \\ L = f(P), \\ K = f(M), \\ I = f(G, R), \end{cases} \quad (1)$$

где, y – объём отгруженных товаров промышленного производства, млн. руб.; L – численность занятых в экономике региона с высшим образованием, тыс. чел.; K – основные фонды, млн. руб.; I – затраты на технологические инновации, млн. руб.; P – количество студентов в регионе, тыс. чел.; M – инвестиции в основной капитал, млн. руб.; G – затраты бюджета и организаций региона на НИОКР, млн. руб.; R – количество аспирантов и докторантов в регионе, чел.

Система уравнений сформирована на основании определения возможностей уравнений наиболее оптимально описывать существующие закономерности. В целом, данная система позволит определить зависимости между факторами, вычислить количественные значения коэффициентов, которые помогут определить, как изменится итоговый показатель – объем промышленного производства – в зависимости от изменения иных факторов модели.

Расчет проводился на основании данных Пермского края за 2000-2017 гг. Результаты расчета показали, что наибольшую зависимость проявили объем промышленной продукции и объем основных фондов – 0,836. Технологические инновации характеризуются взаимосвязью в 0,641. С численностью занятых с высшим образованием 0,671. Итак, можно утверждать, что указанные три фактора оказывают прямое и сильное влияние на объем промышленного производства.

Система уравнений, отражающая зависимость объемов промышленного производства от результатов сетевого взаимодействия, по результатам расчета принимает следующий вид:

$$\begin{cases} Y_i = 0,0423L_i^{0,748} K_i^{0,819} I_i^{0,054}, \\ L_i = 171,1 + 1,302P_{i-3}, \\ K_i = 182503 + 11,19M_i, \\ I_i = 0,0000056G_i^{1,57} R_{i-3}^{1,17}. \end{cases} \quad (2)$$

Также выявлено, что такие факторы как численность студентов и количество аспирантов и докторантов влияют на итоговый показатель с временным лагом в 3 года.

В целом, результаты моделирования показали, что для развития промышленного производства в пермском крае необходимо инвестировать в технологические инновации и основные фонды, а также повышать численность занятых с высшим образованием.

МАТЕМАТИКА ВОКРУГ НАС

Пилюсян Э.А.,

Борисенко М.А

boris56m@gmail.com

ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», Россия

Аннотация: В данной статье повествуется о существующих математических принципах, контролирующих развитие окружающего нас мира. Так же представлено реальное применение математической науки в жизни людей.

Ключевые слова: числа, формула, матрица, уравнения, математика, последовательность, применение.

Введение. Многие люди сомневаются в том, что математика применима в повседневной жизни. Более того, они даже не подозревают, насколько математика может облегчить решение, сложных бытовых задач. Мне всегда казалось, что я тоже принадлежу к числу таких людей. Мои отношения с математикой всегда были очень нестабильными. Логарифмы, уравнения, функции все это не вызывало во мне должной заинтересованности. Пока однажды я не наткнулась на одну статью, которая навсегда изменила мои взгляды на математику. Я надеюсь, что теперь, строки, написанные мной, возможно, привлекут чье-то внимание и изменят его взгляд в отношении одной из самых важных и интересных наук.

Числа Фибоначчи. Быть может, когда-либо вы задумывались, что движет процессами, происходящими вокруг нас? Я могу дать ответ на этот вопрос, процессами и явлениями, что окружают людей, руководит математика. Именно она, и одним из доказательств моему утверждению служат так называемые числа Фибоначчи.

Последовательность Фибоначчи представляет собой ряд чисел, каждое из которых является суммой двух предыдущих. Что же в этом

сверхинтересного скажете вы? А именно то, что последовательность Фибоначчи руководит очень многими, казалось бы, хаотично протекающими природными процессами. Например, представьте себе яркий солнечный цветок подсолнух. Видели ли вы когда-нибудь как расположены его семена? В каком порядке они вырастают? Семечки у подсолнуха упорядочены в две спирали, одна из которых идет по часовой стрелке, другая - против. И каково же число семян в каждом случае? 34 и 55.. Числа, обозначающие количество семечек в каждой из спиралей, являются членами удивительной математической последовательности, имя которой Фибоначчи.

Теперь, когда вы знаете, что ничего на нашей планете не происходит просто так, что за любым процессом или явлением стоит строгое и неизменное правило можно рассмотреть применение математической науки в повседневной жизни.

Математика – ключ к успеху. Вся наша жизнь это цифры. Мы считаем годы, которые проживаем. Мы считаем годы, которые существует наша планета. Мы смотрим на будильник и считаем, сколько минут нам осталось наслаждаться теплом своего одеяла. Мы едем в автобусе и считаем проплывающие мимо окон столбы. Чисел вокруг нас так много, что порой кажется, они лишь путают и без того затрудненную повседневностью жизнь. Однако так нам только кажется. Представьте себе на минуту, что все цифры, все формулы, все расчеты, исчезли. Если бы такое случилось, наш мир погрузился бы в антиматематический хаос. Транспорт бы двигался без определенного строго составленного графика, что приводило бы к бесконечным его столкновениям. Никто бы не ответил вам на вопрос сколько же сейчас времени. Никто не смог бы высчитать скорость автомобиля и рассчитать количество топлива необходимого ему на определенный отрезок пути. И даже делать покупки стало бы невозможно,

ведь когда мы покупаем или продаем мы сами того не осознавая совершаем математические операции. Но к счастью, это всего лишь наша фантазия, которая помогает осознать всю значимость математики в жизни людей. Придуманная миром, который во много раз древнее нашего, она упорядочила и внесла ясность в людское существование.

Давайте же рассмотрим на конкретных жизненных примерах применимость математической науки.

Александр успешный владелец престижной гостиницы и своим успехом он обязан умению в нужной сфере применять математические правила. С помощью знания теории вероятности Александр может составлять прогнозы на будущие сезоны, что помогает ему спланировать количество закупаемых для гостиницы товаров и избежать ненужных трат. Зная количество людей посетивших гостиницу Александра прошлым и этим летом, он, рассчитывает вероятность того, что среднее количество посетителей летнего периода за два года, будет примерно равно количеству посетителей на будущее лето. И это все, благодаря теории вероятности, которую дети так неохотно изучают в школе.

А Василиса графический дизайнер и немаловажную роль в ее профессии играют матрицы. Матрицы – воплощение ненужности, думала Василиса, долгими парами высшей математики в университете, но прошли годы, и полученные знания нашли свое место в ее жизни. Василиса знает, что без матриц невозможно осуществить программирование трехмерной графики. Каждое графическое изображение это гигантская матрица, состоящая из элементов, каждый из которых представляет собой точку определенного цвета. Благодаря матрицам, Василиса без труда может создавать и модифицировать трехмерную графику.

Таким образом, я могу сделать вывод, что вся наша жизнь это математика, и если вам кажется, что данная наука бесполезна и скучна, вы

просто недостаточно близко с ней знакомы. Надеюсь, что моя статья была полезна для вас, читателей, и оставила после прочтения поводы для раздумий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Robert Fischer Fibonacci Applications and Strategies for Traders
1993

(Роберт Фишер «Последовательность Фибоначчи для трейдеров
форекс)

2. Белоусов И. В. МАТРИЦЫ И ОПРЕДЕЛИТЕЛИ: учебное
пособие по линейной алгебре. Кишинев: 2006

3. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А. В., Сиротин А.Н.
Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с
примерами и задачами/ Учебн. Пособие – М: ФИЗМАЛИТ, 2002 – 224с.

О НЕКОТОРЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ*

Симолян А.А.¹,

Улитина Е.И.²

angela2002@inbox.ru, ulitina@rambler.ru

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия

² ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», Россия

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-01-00164

Аннотация. В данной статье рассматривается и обосновывается важность применения систем поддержки принятия решений в медицине. Приводятся конкретные примеры использования данной медицинской технологии.

Ключевые слова. Цифровая медицина, искусственный интеллект, системы принятия решений, телемедицина, здравоохранение.

Как показывают исследования отечественных и зарубежных ученых, значительного повышения эффективности лечебно-оздоровительных процедур при лечении различных заболеваний можно ожидать за счёт использования различных методов анализа и терапии, находящихся под управлением современных информационных технологий, в частности, экспертных систем и систем поддержки принятия решений (СППР) [1, 2, 3, 4].

СППР в здравоохранении, с применением математических методов искусственного интеллекта (ИИ), в ближайшем будущем, скорее всего, станут основными направлениями развития цифрового здравоохранения в связке с телемедициной и переходом на электронные медицинские карты (ЭМК). Сложилась благоприятная ситуация в развитии разработок с использованием инструментарий искусственного интеллекта для

здравоохранения. В России достаточно разработок в этой области, которые не уступают, а нередко и превосходят зарубежные продукты.

Современные Российские СППР в здравоохранении направлены на решение следующих врачебных задач:

- диагностика и дифференциальная диагностика;
- профилактика и прогнозирование заболеваний и осложнений;
- помощь в лечении, включая подбор и контроль терапии.

Приступим к обзору указанных продуктов.

AUTOPLAN. Линейка программных продуктов AUTOPLAN создана с учетом практических знаний о работе рентгенологов и хирургов и обладает расширенными возможностями просмотра, визуализации, хранения медицинских изображений, предоперационного планирования и постоперационной оценки.

Botkin.AI. Облачная платформа для анализа медицинских изображений.

CareMentor AI. Система анализа результатов лучевых методов исследования (рентгеновских снимков, др.) с помощью искусственного интеллекта с целью диагностики и принятия клинического решения.

DIAGNOCAT. Искусственный интеллект для интерпретации стоматологических клиник. Система распознает томографические стоматологические исследования, помогает поставить диагноз и дает врачам рекомендации по лечению.

ФТИЗИСБИОМЕД. Программа позволяет автоматизировать процесс первичного просмотра флюорограмм и выявитьстораживающие снимки (с подозрением на патологию).

ABI Assist. Система первичного сосудистого скрининга на основе интеграции аппарата для объемной сфигмографии с информационной системой поддержки врачебных решений. Использует метод

многоканальной объемной сфигмографии – концептуальный метод скрининга маркеров, рисков и заболеваний сердечно-сосудистой системы, связанных с обструктивными заболеваниями периферических артерий.

WEBIOMED. Система поддержки принятия врачебных решений с применением методов искусственного интеллекта. Автоматически оценивает показатели здоровья пациента, в том числе на основе анализа электронной медицинской карты и выявляет (прогнозирует) наличие или развитие заболеваний.

GALENOS. Система поддержки принятия врачебных решений, позволяющая контролировать выполнение медицинских стандартов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ФАРМАКОЛОГ(ЭКФ). При использовании в клинической практике ЭКФ снижаются риски врачебных ошибок на этапах назначения фармакотерапии, уменьшается количество осложнений и побочных эффектов от применения лекарств, сокращается время приема врача, повышается качество оказания медицинской помощи и снижаются затраты медицинской организации на закупку медикаментов за счет более рациональных назначений врача.

Кроме вышеуказанных систем, существуют многочисленные СППР врачебных решений, для узкоспециализированных медицинских учреждений. Есть мобильные приложения. СППР в медицине предназначены для решения следующих задач: подача тревожных сигналов и напоминаний, ассистирование в процессе диагностики, поиск подходящих случаев (прецедентов), контроль и планирование терапии, распознавание и интерпретация образов. Важная функция СППР распространение «лучших практик», в т.ч. международных. Чаще всего СППР используются именно для помощи при постановке диагноза, назначении и, при необходимости, корректировке назначенного лечения. Однако область их применения охватывает все уровни заботы о здоровье.

Широкое внедрение простых и интуитивно-понятных систем, реализованных, например, в виде технологически несложных и готовых к широкому использованию облачных сервисов, может дать новые возможности и системе здравоохранения, и населению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров А. А. Модель принятия решения хирурга / А. А. Егоров, В. С. Микшина // Вестн. новых мед. Технологий, 2011. – Т. 7, № 4. – С. 178 – 181.
2. Симанков В. С. Системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений / В. С. Симанков, А. А. Халафян -М. :БиномПресс, 2009. – 362 с.
3. Andersson B. Prediction of severe acute pancreatitis at admission to hospital using artificial neural networks / B. Andersson // Pancreatology, 2011. – Vol. 11. -№ 3. – P. 328 -335.
4. Mofidi R. Identification of severe acute pancreatitis using an artificial neural network / R. Mofidi // Surgery, 2007. – Vol. 141. – № 1 – P. 59 – 66.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА*

Симонян А.А.¹

Джандубаева М.Ш.²

angela2002@inbox.ru, vdzandubaeva-98@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия

² ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», Россия

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-01-00164

Аннотация. В работе рассмотрены различные проблемы моделирования органов человеческого организма. Представлено современное состояние.

Ключевые слова. Моделирование, организм человека, физиология.

Так как организм человека очень сложен по своему устройству, далеко не все идущие в нем процессы получается успешно моделировать. Первые более-менее реальные модели, имеющие какую-то предсказательную силу, начались с электрофизиологии. Когда люди научились измерять трансмембранные токи и потенциалы и поняли, что для измерения электрических потенциалов сердца совершенно необязательно вскрывать пациента и подключать к сердцу электроды, а можно сделать электрокардиограмму, — с этого момента электрофизиология начала развиваться очень бурно. Сегодня специалисты уже много знают об электрической активности сердца и умеют ее моделировать. А вот с электрической активностью мозга дела обстоят гораздо хуже. В отношении электрической активности мозг устроен гораздо сложнее, чем сердце, и даже физиологических данных, необходимых для моделирования, о сердце у нас гораздо больше, чем о мозге.

Успешно получается моделировать вещи, для которых нужно использовать более-менее стандартные подходы математического моделирования: большой и малый круги кровообращения, связь кровеносной и дыхательной систем. В последнем случае речь идет о моделировании перехода кислорода из легких в кровотоки и снабжения им остальных органов. Такие математические модели развиваются в последние годы, и описывать процессы дыхания и кровообращения получается достаточно хорошо.

Очень тяжело моделировать сопряжения различных процессов. Например, как уже говорилось выше, нам много известно об электрической активности сердца, нашего мотора, который заставляет кровь циркулировать и снабжать всем необходимым наши органы. Но, кроме электрической, у сердца есть и другая активность, связанная с ней, — механическая. И для разработки более-менее полной математической модели, необходимой для создания искусственного сердца, для применения в регенеративной медицине вообще (то есть создания каких-то «заплаток» на сердечной мышце) нужно изучить и упругие свойства мышечных стенок сердца, ту сплошную среду, которую сердце перекачивает, то есть кровь, и связать с ними модели электрической активности. Такие сложные математические модели, требующие сопряжения различных процессов, очень трудоемкие и тяжелые, в последние годы они начали появляться. Если говорить о математических моделях отдельных органов, то для почек, например, получается строить замечательные модели на уровне отдельных нефронов. Но когда нам нужно смоделировать большие ансамбли клеток, порядка десятков тысяч, то сделать это уже очень тяжело. Поэтому и работу целого органа смоделировать тоже тяжело: сначала надо построить модель работы отдельных клеток, потом их ансамблей, сотен тысяч клеток, и только затем всего органа. Вообще, сложно моделировать процессы, в которые

существенно необходимо учитывать биохимию: в них еще много неизвестного. Например, есть очень много видов белков с самыми разнообразными функциями. В модель взаимодействия всех этих белков включить невозможно, надо выделить только самые существенные. Беда в том, что никто пока не знает, какие именно реакции являются «самыми существенными». Есть проблемы с совместным моделированием разнородных явлений, где нужно состыковать несколько разных механизмов, например: изменение жесткости сосудистой стенки, свойства текущей жидкости, мышечные сокращения (механические) и электрическую активность.

По инициативе Святослава Николаевича Федорова началось математическое моделирование микрохирургических операций на глазах. По-видимому, в СССР это было самое первое практическое применение математического моделирования живых систем. Тогда еще моделировались механические воздействия при проведении операций. Затем математики занялись моделированием широко распространенных сегодня лазерных операций на глазах. Задачи оптимизации лазерного воздействия рассматриваются достаточно давно, и сейчас решать их получается очень хорошо.

Конечно, в идеале медики бы хотели получить модель «виртуального пациента», которая учитывала бы все особенности конкретного человека и помогала понять, как именно его нужно лечить. Эта задача самая актуальная и ее необходимо решить.

Есть много коллективов, которые занимаются отдельными задачами в этой области: сердечно-сосудистой системой, лимфатической системой и так далее. По математическому моделированию в науках о жизни собираются большие конференции, например BioMAT. Каждый год появляются интересные работы и делаются отдельные успехи. Но это очень

сложная область, потому что требует совместной работы представителей разных специальностей: математику трудно одному разобраться в биологических процессах, и наоборот. Поэтому нужны напарники или соисполнители. Найти специалиста-врача, например, который готов заниматься выводом определяющих уравнений и дискутировать с математиками, не так уж и просто. Святослав Николаевич Федоров в свое время сам проявил инициативу, предложил математикам написать уравнения для описания воздействия на глаза. Но таких врачей единицы. С биологами и физиологами немного легче. Но все же, хоть они и умеют проводить эксперименты и измерения, с математической частью у них обычно хуже, и поэтому с ними трудно найти общий язык. Чтобы научиться понимать друг друга, нужно какое-то время.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Материалы
Международной научно-практической конференции**

Сочи, 21 – 29 сентября 2019 г.

Формат 60*90/16
Бумага офсетная
Гарнитура шрифта Таймс
Усл. печ. л. 2.1
Тираж 50 экз.

ИП Кривлякин С.П.
г.Сочи, ул. Новоселов, 5-44