СЕКЦИЯ

КИБЕРНЕТИКА И ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

Руководитель – д.ф.-м.н., профессор **МКРТЧЯН Ф.А.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ БИОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОКРОВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ПАССИВНОЙ И АКТИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Назаров Л.Е., Чухланцев А.А., Назарова З.Т.

Институт радиотехники и электроники РАН, г. Фрязино, Московская обл..

Получение оценок биофизических параметров почвы и растительности радиофизическими средствами дистанционного зондирования (ДЗЗ) имеет важное научное и прикладное значение и составляет самостоятельное направление тематической обработки ДЗЗ [1]. Известные методы решения данной задачи основаны на обращении физических радиационных моделей, устанавливающих связь радиояркостной температуры $T_Я$ (РЯ) или удельной эффективной поверхности рассеяния σ^0 (УЭПР) с параметрами почвы и растительных покровов – температурой, влажностью, плотностью. Примерами обращения подобных радиационных моделей являются вычислительные процедуры на основе методов регрессионного анализа.

Возможность оценивания характеристик почвы и растительных покровов с использованием СВЧ-радиометрических измерений $T_Я$, в частности, оценивание влажности W $см^3/см^3$, обусловлена различием значений диэлектрической проницаемости $\dot{\varepsilon}$ для сухих и увлажненных почв. В этом случае радиационная модель устанавливает линейную связь $T_Я$ с температурой почвы $T_П$ и коэффициентом отражения Френеля $R(\dot{\varepsilon},\lambda,\alpha)$ как функции от $\dot{\varepsilon}$, длины волны λ и угла наблюдения α [1,2]

$$T_Я = T_П(1 - R(\dot{\varepsilon},\lambda,\alpha)). \quad (1)$$

Диэлектрическая проницаемость $\dot{\varepsilon}$ оценивается, исходя из соотношений теории многокомпонентных смесей $\sqrt{\dot{\varepsilon}} = W\sqrt{\dot{\varepsilon}_в} + (1-W)\sqrt{\dot{\varepsilon}_П}$ [1], здесь $\dot{\varepsilon}_в, \dot{\varepsilon}_П$ - комплексные диэлектрические проницаемости воды и сухой почвы соответственно. Для комплексной проницаемости воды $\dot{\varepsilon}_в$ применяется релаксационная модель Дебая.

Влияние растительного покрова на радиояркостную температуру $T_Я$ определяется соотношением [2]

$$T_Я = T_{Я,П}\beta + (1-w)(1-\beta)T_0, \quad (2)$$

здесь $T_{Я,П}$ - радиояркостная температура почвы; T_0 - температура растительного покрова; w - альбедо растительного слоя; коэффициент β задается соотношением $\beta = \exp(-2\tau\sec(\alpha))$; τ - интегральное ослабление СВЧ-излучения, обусловленное растительным покровом и связанное со значением удельной фитомассы растительности $Q, кг/м^2$ соотношением

$$\tau = \frac{u}{\lambda}Q. \quad (3)$$

В зависимости от типа растительного покрова коэффициент u принимает значения 3÷5, величина альбедо w лежит в пределах 0.02÷0.2.

Радиационная модель для активной радиолокации определяет связь σ^0 с параметрами почвы и растительности определяется общим соотношением [2]

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

$$\sigma^0 = \sigma^0_{пов} + \sigma^0_p + \sigma^0_{пр}, \quad (4)$$

$\sigma^0_{пов} = \sigma^0_{П} \exp(-2\tau \sec(\alpha))$ - рассеяние волн почвой, ослабленное растительностью; $\sigma^0_p = 2[(1-\sqrt{1-w})/(1+\sqrt{1-w})(1-\exp(-2\tau \sec(\alpha)))\cos(\alpha)]$ - рассеяние растительным слоем; $\sigma^0_{пр} = 4wR(\dot{\varepsilon}, \lambda, \alpha)\tau \cos(\alpha)\exp(-2\tau \sec(\alpha))$ характеризует перерассеяние волн между почвой и растительностью.

Задавая значения параметров для радиационных моделей (значения температуры почвы $T_П$, длины волны λ, угла наблюдения α, тип поляризации, значение удельной фитомассы растительности Q и др.) и используя соотношения (1)-(3) или (4), можно вычислить значения $T_Я$ или σ^0. Решение обратной задачи, то есть определение влажности почвы W или удельной фитомассы растительности Q по данным СВЧ-радиометрических измерений $T_Я$ или по данным активной радиолокации σ^0 составляет суть метода обращения радиационных моделей. При использовании в моделях большого числа параметров подобные вычислительные процедуры сложны для реализации.

Альтернативу вычислительным процедурам обращения радиационных моделей относительно точности и производительности обработки входных данных составляют нейросетевые алгоритмы [3], реализующие сложные нелинейные отображения типа приведенным выше “УЭПР σ^0 - удельная фитомасса растительности Q” или ”радиояркостная температура $T_Я$ - влажность почвы”.

Эффективность решения подобных задач нелинейного отображения обусловлена свойством обучения сетей с применением множества обучающих примеров [4], формирование которых осуществляется с использованием физических радиационных моделей (1)-(4) (при этом число параметров в моделях не является ограничивающим фактором), а также с использованием реальных измерений $T_Я$ и σ^0 и соответствующих натурных измерений комплекса параметров почвы и растительных покровов.

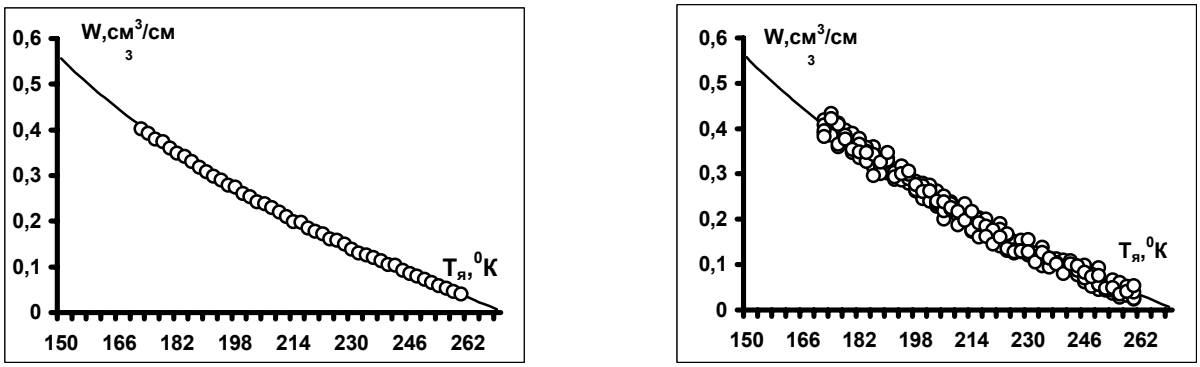
В докладе приведены описания и результаты исследований разработанных нейросетевых алгоритмов, реализующие оценивание параметров почвы и растительных покровов (влажности, температуры, удельной фитомассы) на основе обработки СВЧ-радиометрических измерений $T_Я$ и УЭПР σ^0. Основу разработанных нейросетевых алгоритмов составляют многослойные нейронные сети (многослойные персептроны) и нейронные сети на основе радиально-симметричных функций [10]. При обучении многослойных нейронных сетей применяется итеративная процедура минимизации многопараметрического функционала. Процедура обучения нейронных сетей на основе радиально-симметричных функций формулируется как плохо обусловленная задача интерполяции в многомерном пространстве, решаемая методами теории некорректных задач. Получаемые при этом решения задают оптимальные весовые коэффициенты, а также нелинейные преобразования на входе сети, тождественные радиально-симметричным функциям (что обуславливает название соответствующих нейронных сетей).

В качестве примера на рис.1 приведены кривые, соответствующие оценке влажности почвы W, полученные с применением нейросетевого алгоритма на основе многослойной нейронной сети, на вход которой поступали значения радиояркостной температуры $T_Я$ без шума и с шумом в виде аддитивной белой нормальной помехи с нулевым средним и дисперсией $10^0 K$ в составе радиояркостной температуры $T_Я$. Проведенные исследования разработанных нейросетевых алгоритмов показали, что точность оценки влажности почвы в случае отсутствия шума составляет около 1.5%, при наличии шума точность оценки ухудшается и достигает 10%.

В докладе приведены результаты моделирования разработанных нейросетевых алгоритмов оценки ряда биофизических параметров земной поверхности (влажность почвы, поверхностная температура почвы) и растительных покровов (содержание влаги, удельный запас фитомассы) с использованием измерений $T_Я$ и σ^0.

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 02-07-90181) и в рамках проекта МНТЦ #2059.



а) б)

Рис.1. Значения влажности почвы W , полученные с применением нейросетевого алгоритма на основе многослойной нейронной сети, на вход сети поступали значения радиояркостной температуры $T_{Я}$ без шума а) и с шумом б), температура почвы $T_{П} = 20^{0} C$, длина волны 21 см.

Литература

1. Башаринов А.Е, Шутко А.М. Определение влажности земных покровов методами СВЧ- радиометрии (обзор). //Радиотехника и электроника. 1978. Т.23. №9. С. 1778-1791.

2.Чухланцев А.А., Винокурова С.И. О применении радиолокационных средств для зондирования почвенно-растительных покровов. // Исследование Земли из космоса. 1991. №4. Стр.21-26.

3. Назаров Л.Е., Чухланцев А.А. Нейросетевые алгоритмы оценивания влажности почвы по данным СВЧ-радиометрических измерений. Труды 4-ой Международной научно-технической конференции “Космонавтика, радиоэлектроника, геоинформатика”. Рязань, 9-10 октября 2003 г. Стр.280-283.

4.Haykin S. Neural networks. A comprehensive foundation. Second edition. Prentice Hall 07458, New Jersey. 1998.

SIMULATION OF NEURAL ALGORITHMS FOR RETRIEVING OF BIOPHYSICAL PARAMETERS OF BARE SOIL AND VEGETATION USING PASSIVE AND ACTIVE MICROWAVE REMOTE SENSING DATA

Nazarov L., Chuhlanzev A., Nazarova Z.

Institute of Radioengineering and Electronics RAS, Fryazino

The theory of microwave remote sensing of bare soil moisture and vegetation parameters is based on large contrast between the dielectric properties of liquid water and dry soil. Physical models determine these relations. Thus the brightness temperature of an emitter of microwave radiation is related to the physical temperature of the source through the emissivity by the linear equation. Water has a nonlinear dependence on reflectivity because the reflection coefficient of the water is related in a nonlinear manner to the dielectric constant of water.

The biophysical parameter retrieval is a highly nonlinear problem. The advance of neural networks has provided an effective and efficient approach to solution of this problem, namely for evaluation of soil moisture or vegetation biophysical parameters using passive and active microwave remote sensing data.

In the report the developed neural algorithms for retrieving of biophysical parameters of bare soil and vegetation are presented. The base of these are multilayer neural networks and neural networks based on radial functions.

ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ СПЕКТРАЛЬНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ РАДИОВОЛН ЭЛЕМЕНТАМИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ГЛОБАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Гранков А.Г., Мильшин А.А., Мкртчян Ф.А., Чухланцев А.А., Шелобанова Н.К.

Институт радиотехники и электроники РАН

Глобальные атмосферные циркуляционные и другие модели (GCM) используются для решения климатологических задач. В СВЧ радиометрии глобальное моделирование используется для исследования эффективности применения СВЧ радиометров с низким пространственным разрешением [1,2] в климатологических задачах, для создания и проверки универсальных алгоритмов определения параметров, входящих в GCM [3] и для совместного использования технологий моделирования (ГИМС) и СВЧ данных [4]. Основной интегральной величиной, характеризующей интенсивность радиотеплового излучения среды, является яркостная температура (ЯТ) T^{BT}. Недостатком спутниковых СВЧ радиометрических измерений является низкое пространственное разрешение на местности – от единиц до десятков километров в зависимости от длины волны. При моделировании и тематической обработке спутниковых данных эффективная ЯТ в пикселе или пространственной ячейке T_P^{BT} зависит от пространственного распределения (мозаичности) яркостных температур в пикселе:

$$T_P^{BT} = \sum_{j=1}^{N} f_j T_j^{BT} ,$$

где f_j, T_j^{BT} - соответственно, относительные площади и яркостные температуры *j*-го типа поверхности (открытой почвы, почвы с растительностью, водной поверхности и т.п.) в пикселе. При глобальном моделировании модель имитирует спутниковые наблюдения, когда радиометр принимает излучение, формируемое подстилающей поверхностью и атмосферой. Наиболее сложный вид подстилающей поверхности представляют лесные зоны, которые моделируются тремя средами - почвой, лесной растительностью и атмосферой. Существуют различные электродинамические модели лесной среды, ряд из них требует для своего функционирования до десятков параметров среды [5]. Такой подход неприемлем в силу сложности описание лесного полога, например, особенностью архитектоники тропического леса является отсутствие доминирующего типа растительности, на участке в 1 га может совместно произрастать до 100 типов различных видов деревьев с 3-4-х ярусной структурой. Поэтому используются полуэмпирические модели и, яркостная температура системы почва - лес - атмосфера (СПЛА) может быть представлена в виде:

$$T_\Sigma^{BT} = T_S^{BT} + T_C^{BT} + T_{SKY}^{BT}, \quad (1)$$

где T_S^{BT} - радиоизлучение почвы, ослабленное лесным пологом и атмосферой:

$$T_S^{BT} = (1 - r_S) T_S \exp(-\tau_C - \tau_A); \quad (2)$$

T_{SKY}^{BT} - прямое восходящее T_A^{BT} излучение атмосферы и отраженное излучение атмосферы T_A^{BT} и космоса T_{COS}^{BT}, ослабленное лесом и атмосферой:

$$T_{SKY}^{BT} = T_A^{BT} + r_S (T_A^{BT} + T_{COS}^{BT} \exp(-\tau_A)) \exp(-2\tau_C - \tau_A), \quad (3)$$

T_C^{BT} - прямое и отраженное излучение леса:

$$T_C^{BT} = T_C (1 - \omega_C)\left[1 - \exp(-\tau_C)\right] \cdot \left[1 + r_S \exp(-\tau_C)\right] \exp(-\tau_A) \quad (4)$$

с температурой полога T_C и почвы T_S; интегральным ослаблением пологом τ_C и атмосферой τ_A; коэффициентом отражения почвы r_S и альбедо лесного полога ω_C.

Спектральная зависимость яркостной температуры СПЛА обусловлена наличием частотной зависимости параметров $r_S(f), \omega_C(f), \tau_A(f)$ и $\tau_C(f)$ в приведенных соотношениях (1) - (4). Частотные зависимости коэффициента отражения почвы и альбедо растительности имеют монотонный характер и слабо влияют на спектральный характер $T_\Sigma^{BT}(f)$. Спектральная зависимость $\tau_A(f)$ имеет выраженный характер, обусловленный наличием резонансных областей поглощения в линии кислорода (~ 0.5 см) и водяного пара (~ 1.35 см). Поглощение в атмосфере хорошо изучено, и необходимые данные можно найти в справочных изданиях.

Из соотношений (1) – (4) следует, что основным параметром, определяющим поглощение радиоволн лесным пологом, является интегральное поглощение τ_C, которое определяется поглощением в листьях, хвое, ветвях крон и стволах:

$$\tau_C = \tau_L + \tau_N + \tau_B + \tau_T \quad (5)$$

Выбор модели для τ_C является *ключевой задачей* при глобальном моделировании и интерпретации экспериментальных данных по двум причинам. В первых, чтобы правильно моделировать спектры ЯТ в соот-

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

ветствии с (1). Во вторых, что более важно для приложений, использующих как параметр биомассу леса, это определение спектральных связей между интегральным поглощением в (5) и биомассой лесной растительности. На фиксированной длине волны, как известно из теории и экспериментов, интегральное поглощение пропорционально биомассе растительности и зависит также от влагосодержания, ориентации и геометрических размерах его составляющих, а также физической температуры.

Исследование вклада составляющей τ_T в общее интегральное поглощение (5) выполнялось радом исследователей, обзор дан в [6]. В этих работах использовалась дискретная модель леса. Стволы моделировались вертикальными цилиндрами, веточки и ветви моделировались хаотично ориентированными цилиндрами, листья моделировались дисками. Крона разделялась на несколько слоев. Модели учитывали механизм поглощения и рассеяния радиоволн элементами растительности. Моделирование показало, что основной вклад в общее излучение вносит крона и минимальный вклад приходится на долю стволов. Экспериментальные данные по ослаблению излучения кронами и стволами одиночных деревьев в горизонтальном направлении также указывают на значительную долю ослабления элементами кроны [7]. Поэтому при моделировании мы должны уделять главное внимание ослаблению радиоволн кронами деревьев, т.е. составляющими τ_L, τ_N, τ_B в (5).

Рассмотрим, какие параметры лесного полога используются в глобальных циркуляционных моделях. Пространственное разрешение GCM по широте и долготе составляет от 4°x5° до 1°x1°. Во всех моделях имеются разные схемы распределения типов земной поверхности. В модели [8] приводятся также значения биомассы для всех типов растительности. В модели [9] имеются данные о листовом индексе и удельной площади растительности в ячейке. Но наиболее подходящей для наших целей является модель [10]. Параметры растительности, используемые при моделировании, были получены в экспериментальных работах ISLSCP (International Land Surface Climatology Project). Пространственное разрешение типов ландшафта по результатам обработки данных NDVI радиометра AVHRR составило 1°x1° в проекте ISLSCP. В модели учитывались следующие типы поверхности: вечнозеленые смешанные леса, вечнозеленые широколиственные леса, смешанные листопадные леса, широколиственные листопадные леса, смешанный растительный покров, лесистая местность, лесистые пастбища, сплошные кустарники, редкие кустарники, пастбища, пахотные земли, открытая почва, населенная местность. В модели имеются данные о высоте лесного полога в верхней H_T и нижней части H_B, данные о массе стволов на единицу площади Q_T, данные о ширине и длине листа и данные об относительной доли растительности в ячейке.

В рамках простейшей дискретной модели леса элементы лесного полога моделируются диэлектрическими цилиндрами (хвоя, ветви) и дисками (листва). В этом случае составляющие интегрального поглощения для кроны рассчитываются как [11]:

$$\tau = A_P k_o \sec\theta \varepsilon_V^{"} t_P Q / \rho_V ,$$

где A_P - параметр, зависящий от геометрической формы рассеивающих элементов растительности; k_o - волновое число; θ - угол зондирования от надира; Q - масса растительности на единицу площади; ρ_V - удельная плотность сырой растительности; $\varepsilon_V^{"}$ - мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) растительности; t_P - коэффициент пропускания листа или иголки; индекс p относится к горизонтальной (ГП) или вертикальной (ВП) поляризации. Для расчета ослабления в листве и ветвях необходимы данные об их биомассе. Биомассу ветвей для лиственных и хвойных деревьев можно задать в виде $Q_B = k_B Q_T$, где коэффициент k_B находится из литературных источников [13,14]. Расчет интегрального поглощения в листве выполняется с учетом LAI [12]:

$$\tau_L = A_P k_o \sec\theta \varepsilon_V^{"} t_P B \cdot LAI / \rho_W = A_P k_o \sec\theta \varepsilon^{"} t_P B \cdot LAI \cdot m / \rho_W ,$$

где $B \cdot LAI$ - масса листвы на единицу площади, пропорциональная листовому индексу; m - весовое влагосодержание растительности, находится из литературных источников; $\varepsilon^{"}$ - КДП растительной влаги.

Листовой индекс LAI является наиболее доступным параметром и определяется из данных глобальных наблюдений радиометром AVHRR с последующим пространственным (1°x1°) и временным (месяц) осреднением. Значительную часть всех лесов составляют листопадные леса, и знание листового индекса может быть использовано для оценки глобальных сезонных вариаций биомассы леса, что важно при интерпретации спутниковых СВЧ - радиометрических измерений для контроля гидрологического режима лесных почв, оценки уровня пожарной опасности лесов и в других приложениях. Для анализа сезонной динамики состояния живой растительности нами использовались архивные данные за 1988 г. для 2-х лесных участков - смешанные хвойно-лиственные леса умеренно-континентального климата Московской области (55.7°N-39.5°E)

и леса восточной части штата Оклахома (35°N-95°W) с короткохвойной корабельной сосной, дубово-сосновым и дубово-орешниковым древостоем. Нарастание листового индекса в весенне-летний период обусловлено, главным образом, процессами облиствления древостоя. Так величина приращения LAI для Оклахомы составляет 3.2, а для Москвы около 2.8, что обусловлено зональным характером распределения лесов.

Модельные расчеты (1) – (5) позволяют получить количественные оценки взаимосвязи радиационных характеристик радиотеплового излучения системы почва-лес с изменениями биомассы, ее сезонными вариациями, температуры и влагосодержания лесного полога в мм, см и дм диапазонах, исследовать вариации ЯТ СПЛА на суточных и сезонных масштабах. Модели позволяют исследовать поляризационные свойства полога, оценить вклад в общее поглощение элементов полога. К недостаткам подхода следует отнести необходимость знания глобального распределения биомассы и влагосодержания элементов лесного полога. Рассмотренный метод не подходит для исследования тропических лесов.

Для оценки интегрального поглощения (5) в лесной растительности на волне 21 см используется эмпирическое соотношение [3,5]:

$$\tau_C = bW, \qquad (6)$$

где W - влагозапас ветвей лесного полога в кг/м^2; b =0.33 - эмпирический коэффициент (удельное ослабление). В глобальной модели [3] значение W для тропических, лиственных и хвойных лесов составило, соответственно, 6, 4 и 3 кг/м^2. Соотношение (6) можно представить в виде:

$$\tau_C = \gamma L \qquad , \qquad (7)$$

где γ - погонное ослабление радиоволн растительностью, L - высота лесного полога. Зная величину γ из экспериментов и высоту лесного полога $L = H_T - H_B$ можно определить τ_C.

В работе [5] приводится эмпирическая модель зависимости погонного ослабления γ (дБ/м) от частоты f (МГц) в виде соотношения $\gamma = Af^C$, где $A = 8 \cdot 10^{-4}$, $C \approx 0.8$ для разных типов лесов (тропических, лиственных и хвойных) в диапазоне частот 30 – 9000 МГц.

Эмпирическая модель (7) лишена главного недостатка модели (5) – нет необходимости в знании биомассы и влагосодержания лесного полога.

При глобальном моделировании приходится использовать оба подхода, органично сочетая преимущества последних.

Отметим особенности глобального моделирования ослабления растительностью:

- возможность моделирования в широком диапазоне мм, см и дм длин волн;
- размеры ячейки (пространственное разрешение) одинаковы на всех длинах волн;
- малый уровень мозаичности (два типа) поверхности в ячейке;
- использование упрощенных моделей радиоизлучения поверхности;
- необходимость применения различных подходов (моделей) для описания элементов среды;
- глобальные модели наиболее адекватно отражают крупномасштабные пространственные процессы;
- возможность валидации результатов моделирования на волнах 0.8-4.5 см, используя экспериментальные спутниковые данные;
- масштабы временной динамики определяются возможностями используемых баз данных геофизических параметров среды;
- отсутствие систематизированных баз данных по глобальному распределению биомассы растительности.

В докладе приводятся результаты моделирования интегрального поглощения. Моделирование интегрального поглощения в лесном пологе выполнялось в широком диапазоне длин волн, от 3 до 100 см с пространственным разрешением по широте и долготе 4°x5°.

Полученные результаты представляют интерес при разработке радиофизических методов для дистанционного зондирования лесной поверхности в сантиметровом и дециметровом диапазонах.

Работа выполнена при финансовой поддержке МНТЦ, грант № 2059.

Литература

1. *Grankov A.G. and Mil'shin A.A.* Modeling microwave emission of land surface at L-, P-bands in the frame of the general circulation mode // Annales Geophysicae, EGS, Part II.: Hydrology, Oceans, Atmosphere. Nonlinear Geophysics. Supl. II to Vol.15, 1997, P.276.
2. *Мильшин А.А., Гранков А.Г., Шелобанова Н.К.* Глобальная модель радиотеплового излучения земной поверхности в L- и P-участках СВЧ-диапазона // LIII научная сессия РНТОРЭС им. А.С. Попова, 20-21 мая 1998г., Москва, 1998 г., С.75-76.
3. *Pellarin T., Calvet J.-C., and Wigneron J.-P.* Surface Soil Moisture Retrieval From L-Band Radiometry: A Global Regression Study // IEEE Trans. on Geos. and Rem. Sens, V.41, NO.9, 2003, P.2037-2051.

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

4. *Головачев С.П., Крапивин В.Ф., Шутко А.М., Чухланцев А.А.* ГИМС-технологии в микроволновом мониторинге растительности // В сб. Дистанционное зондирование земных покровов и атмосферы аэрокосмическими средствами. 2-я Всеросс. Научная конференция, С.-Петербург, 16-18 июня 2004, т.1., С.51-55.
5. *Чухланцев А.А., Шутко А.М., Головачев С.П.* Ослабление электромагнитных волн растительными покровами // Радиотехника и Электроника. 2003, т.48, № 11, С.1285-1311.
6. *Pampaloni P.* Microwave radiometry of forests // Waves in Random Media. 2004. 14. P.275-298
7. *Гранков А.Г., Мильшин А.А., Чухланцев А.А.* Экспериментальные оценки ослабления радиоволн кронами деревьев в мм, см и дм диапазонах // Исследование Земли из космоса, 2005, № 1, С.1-7.
8. *Арманд Н.А., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А.* Методы обработки данных радиофизического исследования окружающей среды. М.: Наука. 1987. 270с.
9. *Dorman J.L., Sellers P.J.* A global climatology of albedo, roughness length and stomatal resistance for atmospheric General Circulation Models as represented by the simple biosphere model (SiB) // Am. Meterol. Soc., J. Appl. Meteorol. 1989. 28. P.833-855.
10. *Sellers P.J., Los S.O., Tucker C.J., Justice C.O., Dazlich D.A., Collatz G.J., and Randall D.A.* A global 1 deg. x 1 deg. NDVI data set for climate studies. Part 2: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from the NDVI. I. J. Remote Sensing. NO.15. 1994. P.3519-3545.
11. *Wegmuller U., Matzler C., and Njoku E.* Canopy opacity models // ESA/NASA International Workshop. VSP, 1994, B.J. Choudhury, J.H. Kerr, E.G. Njoku and P. Pampaloni. P.375-387.
12. *Мильшин А.А.* Вариации радиотеплового излучения леса в L - и P-диапазоне с учетом сезонного хода LAI по данным радиометра AVHRR спутников NOAA // В сб.: «Проблемы экоинформатики» (материалы 3-го международного симпозиума), М.: ИРЭ РАН, ИПЭ РАЕН, 1998, С.84-88.
13. *Смирнов В.В.* Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах Европейской части СССР. М.: Наука, 1971. 362с.
14. *Алексеев В.А.* Световой режим леса. Л.: Наука, 1975, 227с.

THE APPROACHES IN AN ESTIMATION OF SPECTRAL ATTENUATION OF RADIOWAVES BY ELEMENTS OF WOOD VEGETATION AT GLOBAL MODELING

Chukhlantsev A., Grankov A., Mil'shin A., Mkrtchyan F., Shelobanova N.

Institute of Radioengineering and Electronics RAS

In a microwave radiometry the global modeling is applied to research of efficiency of application of a microwave radiometers with the low spatial resolution in climatological tasks, for creation and check of universal algorithms of determination of parameters which are included in GCM and for joint use of technologies of modeling and a microwave of the data. In the paper consider two approaches for a global estimation of spectral estimation of radiowaves by wood canopy. At the first approach the simple discrete model of canopy is used. Lack of the approach is the necessity of knowledge of global distribution of biomass and water content of wood canopy elements. The considered method does not approach for research of tropical woods. At the second approach the empirical model of radiowave estimation by canopy is used. The empirical model does not require knowledge of biomass and water content of wood canopy. At global modeling it is necessary to use both approaches, combining advantages last. In the paper the features of global modeling of estimation by vegetation are marked: an opportunity of modeling in a wide band of mm, cm and dc of wave lengths; use of the simple radioradiation models of a surface; necessity of application of the various approaches (models) for the description of elements of environment; modeling of large-scale spatial - temporary processes; an opportunity to test a results of modeling on waves 0.8 - 4.5cmì with use of the experimental satellite data; absence of the systematized databases on global distribution of biomass of vegetation. In the paper the results of modeling of integrated absorption in a range of waves from 3 up to 100 cm with the spatial resolution on latitude and longitude 4°x5° are resulted.

АДАПТИВНЫЙ СПЕКТРОЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКИЙ ИДЕНТИФИКАТОР В МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

[1]Мкртчян Ф.А.,[1]Ковалев В.И., [1]Климов В.В., [1]Руковишников А.И., [2]Шаповалов С.М.

[1]Институт радиотехники и электроники РАН
[2]Институт океанологии РАН

В отличие от микроволновой области электромагнитного спектра[1] видимый диапазон используется более эффективно в системах мониторинга водных объектов. Это связано с тем, что энергия солнечного из-

лучения или искусственных световых потоков интенсивно взаимодействует с водной средой. Разные участки спектра солнечного излучения поглощаются водой по-разному. Минимум поглощения света наблюдается на длине волны 470 нм, в голубой части спектра, энергия которой уменьшается вдвое уже на глубине 47 м [2]. Оптические свойства среды характеризуются также и показателем преломления, непостоянство которого в пространстве приводит к возникновению рассеянного излучения. В зависимости от соотношения между длиной волны света ν и линейными размерами оптической неоднородности d интенсивность рассеяния может меняться. При d « ν доля света, рассеянная неоднородностью увеличивается. При d » ν коэффициент рассеяния становится равным двум .

Природа оптических неоднородностей достаточно разнообразна. В одних случаях неоднородности возникают за счет инородных тел, имеющихся в среде (частицы, пузырьки воздуха в воде). В других случаях вследствие флуктуации плотности вещества и ориентации молекул в ней создаются сгустки и разрежения диэлектрической проницаемости (или показателя преломления), что приводит к появлению молекулярного рассеяния.

Наличие в воде растворенных веществ порождает флуктуации их концентрации в разных участках пространства, что также вызывает дополнительное молекулярное рассеяние. Наконец, в реальных морских объектах вследствие многих причин наблюдается перемещение (турбулентность) водных масс разной температуры и плотности, что приводит к крупномасштабным (по сравнению с длиной волны света) оптическим неоднородностям, на которых также рассеивается радиация. Собственно вода и ее компоненты (соли, растворенные органические вещества, взвеси) играют разную роль в общих процессах поглощения и рассеяния, световой волны. Присутствие солей в воде приводит к таким малым изменениям показателя преломления, что молекулярное рассеяние на флуктуациях плотности дает практически ничтожный вклад по сравнению с чистой водой. Дополнительное молекулярное рассеяние, основанное на флуктуациях концентрации солей, как это показано в работе [7], незначительно. Таким образом, введение солей в воду не меняет рассеивающей способности последней. Многие авторы, используя искусственно приготовленный солевой раствор, соответствующий по своему составу морской воде, провели исследование влияния растворенных в воде солей на поглощательную способность солевого состава. Результаты проведенных экспериментов приводят к выводу, что указанные выше соли почти не изменяют поглощения в видимой области спектра [2]. При перемещении в сторону коротких длин волн показатель поглощения солей монотонно возрастает.

Столб воды открытого океана высотой 10м поглощает от 33 до 80 % энергии голубого света в голубой части спектра в зависимости от чистоты воды. В среднем столб океанической воды высотой 10м поглощает около 55 % энергии голубой части света, в то время как такой же столб прибрежной воды от 94% до 99%. Даже в наиболее чистой океанической воде только 1% световой энергии проникает ниже 100 м.

В весовом отношении растворенные органические вещества составляют меньшую долю, чем неорганические соли. Поэтому они, как и соли, не изменяют характеристик светорассеяния воды. Однако поглощательная способность у них может быть значительной. По химическому составу желтое вещество представляет собой гуминовые кислоты – продукты разложения планктонных организмов. Оно образуется из углеводов. Как правило, величина показателя поглощения желтого вещества убывает по экспоненциальному закону с ростом длины волны света, резко возрастая в коротковолновой части спектра [2].

При фотометрировании моря в надир достаточное представление о влиянии первичных гидрооптических характеристик на спектр выходящего излучения дает теория двухпотокового приближения, на основании которой коэффициент диффузного отражения моря R рассчитывается как $R = \sigma H / 2\chi\lambda$, где σH - показатель рассеяния назад, $\chi\lambda$ - показатель поглощения света на длине волны λ, средой. Показатель σH в первом приближении является неселективным по спектру, поэтому спектральный ход коэффициента диффузного отражения моря $R \sim 1 / \chi\lambda$.

Поглощение света морской водой складывается из трех основных компонентов: $\chi = \chi_{пигм} + \chi_{орг} + \chi_{воды}$, где $\chi_{пигм}$ – показатель поглощения света пигментами фитопланктона (хлорофиллами и каротинонидами), $\chi_{орг}$ - показатель поглощения света растворенным веществом органического происхождения (желтым веществом), $\chi_{воды}$ - показатель поглощения света чистой водой. В дальнейшем членом $\chi_{орг}$ будем пренебрегать, поскольку наибольшие концентрации желтого вещества приходятся на прибрежные воды, в открытом же океане концентрация желтого вещества изменяется сравнительно слабо [2]. К кому же при $\lambda > 430$нм , вклад $\chi_{орг}$ в общее поглощения будет сравнительно невелик.

Для оперативного исследования пространственной и временной изменчивости спектральных характеристик светового потока, рассеянного водной средой, в ИРЭ РАН разработан адаптивный спектроэллипсометрический идентификатор (АСИ) [3,4]. В целом АСИ представляет собой обучаемый аппаратно программный комплекс, состоящий из многоканального спектроэллипсометра, блока автономной памяти, персонального IBM -совместимого компьютера, пакета программ для автоматической регистрации сигнала и математической обработки данных, а также пополняющегося банка данных, АСИ выполнен в двух вариантах:

1) Регистрация и обработка данных в реальном масштабе времени;

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

2) Регистрация данных в блоке автономной памяти с последующей обработкой на компьютере.

В исследованиях оптических свойств разнообразных жидких сред и растворов нашли широкое применение фотоколориметры, спектрофотометры, рефрактометры, дихрометры и другие оптические устройства. Современные модели оптических приборов позволяют измерять спектральные характеристики и выполнять анализ полученной информации в реальном масштабе времени [5,6].

Методы многоканальной спектроэллипсометрии являются одними из наиболее информативных и чувствительных методов исследования твердых, жидких и газообразных объектов. Например, надежно измеряются толщины и оптические константы монослойных покрытий на поверхности жидкостей либо наличие и структура молекул оптически активных веществ в растворах.

Следует отметить, что повышение чувствительности и долговременной стабильности поляризационно-оптических приборов достигается использованием разнообразных модуляторов состояния поляризации (фотоупругих, фарадеевских, акустооптических и пр.). В многоканальных спектроэллипсометрах с линейками и матрицами фотоприемников оптимальным является использование вращающихся поляризационных элементов (поляризатора, компенсатора или анализатора). Нами развивается новый подход в спектроэллипсометрии – спектроэллипсометрия с бинарной модуляцией состояния поляризации, с использованием оригинального бинарного модулятора поляризации, эффективно заменяющего известные дорогостоящие поляризационные элементы. Отсутствие движущихся поляризационных элементов и компактность спектроэллипсометра с бинарной модуляцией состояния поляризации (СЭБМ) позволяет использовать его для измерений в полевых условиях. Использование малогабаритной импульсной ксеноновой лампы с очень большим ресурсом работы позволило реализовать более компактный и надежный one body вариант спектроэллипсометра.

В настоящее время СЭБМ имеет широкий спектральный диапазон, высокую чувствительность и надежность в работе.

Переключаемые спектральные диапазоны: I - 380- 740 нм и II – 650- 930 нм. с использованием галогенной лампы и 280- 650 нм с использованием малогабаритной импульсной ксеноновой лампы РХ-2. Минимальное время измерения спектров эллипсометрических параметров – 0,6сек. Типичное время измерения – 2-4 сек. Точность измерения эллипсометрических параметров Psi и Delta по воспроизводимости составляет для оптимальных образцов 0,003 и 0,01 градуса, соответственно. Долговременная стабильность 0,01 градуса. Диаметр пучка света 4 мм. Применение ахроматического компенсатора на основе ромба Френеля из плавленого кварца повышает точность измерений прозрачных объектов. Источники излучения: галогенная лампа КГМ- 9-70 либо ксеноновая лампа РХ-2, полупроводниковый лазер (λ = 650 нм). Вес оптического блока – 3 кг. Габариты – 48x12x12 см.

Излучение от осветителя, содержащего галогенную лампу, конденсорную линзу и волоконный разъем SMA, через волоконный кабель (диаметр волокна 600 мкм, длина- 1,5м) поступает на блок поляризатора[5,6].

АСП может применяться в различных областях, где требуется оценить качество водного раствора или выявить присутствие в водной среде определенного набора химических элементов. Эти задачи адаптивный идентификатор решает в режиме непрерывного наблюдения за водной средой. Установленный для стационарного измерения он позволяет следить за динамикой качества воды в потоке, а при размещении на борту судна - измерять характеристики водного объекта по маршруту следования.

Функциональные возможности адаптивного идентификатора могут расширяться за счет увеличения объема эталонов в базе знаний. Переключение на естественный источник освещения позволяет решать задачи экспертизы земных покровов, обнаружения пленок нефтепродуктов на водной поверхности, определение степени загрязнения атмосферного воздуха и оценки состояния других объектов окружающей среды, спектральные образы которых в видимом диапазоне могут изменяться.

АСП в разных модификациях был испытан в экспедиционных условиях на НИС «Дмитрий Менделеев» в Японском море и Центральных районах Тихого океана, а также при обследовании водных систем Южного Вьетнама и Сибири (о. Байкал, реки Ангара и Енисей) в рамках российско-американских и российско-вьетнамских экологических экспедиций.

Литература

1. Арманд Н.А., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А. Методы обработки данных радиофизического исследования окружающей среды. М.: Наука, 1987, 270 с.

2. Ерлов Н.Г. Оптика моря. Л.: Гидрометеоиздат, 1980, 248с.

3. Крапивин В.Ф., Климов В.В., Ковалев В.И., Мкртчян Ф.А., Руковишников А.И. Адаптивная информационная система для экологического мониторинга водной среды.// Вопросы радиоэлектроники. Серия Общетехническая. 2002, выпуск 2, с.88-90.

4. Крапивин В.Ф., Климов В.В., Ковалев В.И., Мкртчян Ф.А. Адаптивный идентификатор для экологического мониторинга водной среды.// Экологические системы и приборы. 2001, №1, с.2-4.

5. Ковалев В.И., Руковишников А.И. Импульсный двухканальный спектральный элипсометр с бинарной модуляцией состояния поляризации.// Приборы и техника эксперимента. 2003, № 2, с. 162-163.

6. Ковалев В.И., Руковишников А.И. Компактный многоканальный спектроэллипсометр для Ex Situ и In Situ измерений.// Приборы и техника эксперимента. 2003, № 2, с.164-165.

7. Hisida K.J., Kisino M. On the albedo of radiation of the sea surface.-Oceanogr. Japan Soc. 21, 1965, pp. 148-153.

AN ADAPTIVE SPECTROELLIPSOMETRIC IDENTIFIER IN THE WATER ECOSYSTEMS MONITORING

Mkrtchyan F., Kovalev V., Klimov V., Rukovishnikov A., Shapovalov S.

The creation of multichannel polarization optical instrumentation is typical for the real-time ecological control of aquatic environment. It should be mentioned that efficient solution of these multiparametric problems greatly depends on the precision of ellipsometric devices and the possibility of using a wide spectral range. Spectral measurements in an aquatic environment provide an information basis for the application of modern algorithms for the recognition and identification of pollutants.This report is aimed at elaborating a multichannel spectroellipsometric system that will differ from modern foreign analogues by the use of a new and very promising method of ellipsometric measurements, an original element base of polarization optics and a complex mathematical approach to estimating the quality of a water object subjected to anthropogenic influence.

ТЕХНОЛОГИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ – ИНТЕГРАЦИОННАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Мкртчян[1] Ф.А., Ничипор[1] А.Е., Шаповалов[2] С.М.

[1]Институт радиотехники и электроники РАН
[2]Институт океанологии РАН

Технология открытых систем решает проблему создания единого информатизационного пространства как в рамках одной страны, так и во всем мире [2,3, 4, 6,7,8].

Единое информационное пространство представляет собой совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие организаций и граждан, а также удовлетворение их информационных потребностей.

Единое информационное пространство состоит из следующих главных компонентов:

информационных ресурсов, содержащих данные, сведения и знания, зафиксированные на соответствующих носителях информации;

организационных структур, обеспечивающих функционирование и развитие единого информационного пространства, в частности сбор, обработку, хранение, распространение, поиск и передачу информации;

средств информационного взаимодействия, в том числе программно-технических средств и организационно-нормативных документов, обеспечивающих доступ к информационным ресурсам на основе соответствующих информационных технологий.

Основу технологии открытых систем составляют:

взаимодействие открытых систем

переносимость прикладных программ

Основным перспективным направлением создания информационных технологий, определяющим эффективность информационно-вычислительных систем всех уровней и назначений, признана технология открытых систем, сущность которой состоит в обеспечении:

унифицированного обмена данными между различными компьютерами;

переносимость прикладных программ между различными платформами;

мобильности пользователей, т.е. возможности пользователей переходить с одного компьютера на другой, независимо от его архитектуры и объема памяти, используемых программ без необходимости переобучения специалистов.

Основой, обеспечивающие реализацию открытых систем, служит совокупность стандартов, с помощью которых унифицируется взаимодействие аппаратуры и всех компонентов программной среды: языков программирования, средств ввода-вывода, графических интерфейсов, систем управления базами данных, протоколов передачи данных в сетях и т.п.

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

Основной принцип технологии открытых систем состоит в создании среды, включающей программные и аппаратные средства, службы связи, интерфейсы, форматы данных и протоколы. Эта среда в основе имеет развивающиеся, доступные и общепризнанные стандарты и обеспечивает значительную степень переносимости, взаимодействия и масштабирования приложений и данных.

В обобщенной форме информационная инфраструктура любого уровня состоит из ресурсов (вычислительных и информационных) и средств телекоммуникации. В ресурсах выделяется ядро и оболочка. Оболочка состоит из стандартных интерфейсов. В телекоммуникациях используются стандартные протоколы [2, 3, 5, 6].

Важнейшим понятием в технологии открытых систем (ТОС) служит понятие профиля как согласованного набора базовых стандартов, необходимых для решения конкретной задачи или класса задач [8].

Профиль представляет собой набор выбранных стандартов и других спецификаций, определяющих совокупность услуг, доступных прикладной программе в конкретной функциональной среде. Создание профиля становиться обязательным этапом при создании информационно-телекоммуникационных систем. Профиль используется также при сертификации систем и их компонентов на соответствие стандартам и при модернизации систем. Для структуризации среды открытых систем используются различного рода модели. Наиболее распространенной моделью служит эталонная модель открытых систем [2, 3, 8].

Основным предметом рассмотрения является функциональная среда открытых систем (Open System Environment – OSE), которая охватывает стандарты и другие спецификации по обеспечению функциональных возможностей систем, необходимых для рассмотрения широкого круга федеральных требований в области информационных технологий. При этом возникает необходимость применения Профиля переносимости прикладных программ (Application Portability Profile – APP). Профиль APP не определяет в целом открытую систему и не гарантирует, что в результате его использования будет получена функциональная среда открытой системы. Однако APP обеспечивает общую отправную точку решения, необходимую для создания открытых систем, основанных на стандартах и общей инфраструктуре APP.

С точки зрения пользователей и поставщиков среда открытых систем (OSE) является функциональной инфраструктурой, облегчающей выбор и приобретение прикладных защищенных систем, которые:

выполняются на любой платформе поставщика;

используют любую операционную систему поставщика;

обеспечивают доступ к базе данных любого поставщика;

обмениваются данными и взаимодействуют через сети любых поставщиков;

взаимодействуют с пользователями через общий интерфейс «человек-машина».

Следовательно, OSE – это функциональная вычислительная среда, которая поддерживает переносимые, масштабируемые и взаимодействующие прикладные программы через стандартные услуги, интерфейсы, форматы и протоколы. Стандартами могут быть международные, национальные или другие открытые (общедоступные) спецификации. Эти спецификации доступны любому пользователю и поставщику коммуникационного оборудования при построении систем и средств, удовлетворяющих критериям OSE.

Открытые системы характеризуются тремя основными свойствами: взаимодействием систем, переносимостью и масштабируемостью прикладных программ.

Взаимодействие – это способность систем взаимодействовать друг с другом, обмениваться данными и пользоваться информацией, включая содержимое, формат и семантику.

Переносимость – это возможность перемещения прикладной программы передачи данных между различными типами прикладных платформ и в различных операционных системах без их значительной модификации. Непосредственный эффект переносимости в сочетании со взаимодействием обеспечивает основу переносимости программ на уровне пользователя, т.е. пользователи имеют возможность переходить от одной прикладной программы к другой и осуществлять передачу из одной операционной среды к другой.

Масштабируемость – это возможность перемещения прикладной программы и передачи данных в системах и средах, которые обладают различными характеристиками производительности и различными функциональными возможностями. Данная составляющая расширяет переносимость прикладной программы на операционные среды различных масштабов (локальная вычислительная сеть или глобальная вычислительная сеть, распределенная база данных или централизованная база данных) и т. д.

Прикладная программа – это (1) логическое группирование в единый блок действий и относящихся к ним данных и технологий; прикладная программа, являясь частью информационной системы, включает в себя группу программ (программное обеспечение) или информационные ресурсы, предназначенные для обработки данных в требуемую информацию; (2) логическое группирование программ, данных и технологии, с которыми конечный пользователь взаимодействует при выполнении конкретной функции или класса функций.

Организация геоинформационных мониторинговых систем (ГИМС)является исключительно сложной, комплексной, многоплановой задачей. В ее решении важную роль играют экспериментальные методы исследования окружающей среды. Первостепенное значение при осуществлении таких экспериментов приоб-

ретают организация массового сбора информации об изучаемом объекте, оперативность ее обработки и достоверная интерпретация данных наблюдений на основе аналитических и численных математических моделей. Поэтому в рамках ГИМС можно выделить системы автоматизированного радиофизического эксперимента, предназначенные для выполнения следующих функций [1]:

сбор и хранение достоверной информации об изучаемом объекте;

первичная обработка данных, включающая опознавание, раскодирование и предварительный контроль данных наблюдений с приведением этих данных к некоторым стандартным формам;

вторичная обработка данных, включающая различные математические и статистические методы, предназначенная для решения опознавания, классификации и определения типовых характеристик исследуемого объекта:

прогноз состояния изучаемого объекта на основе интерпретации полученной информации с использованием развитых математических методов.

Работа базы данных в геоинформационных системах обеспечивается системой управления базой данных (СУБД). Это сложное фирменное программное обеспечение, определяющее порядок организации данных в базе, а также способ работы с хранимыми данными.

Одним из важнейших критериев при оценке пригодности базы данных является сохранность данных и обеспечение конфиденциальности. Базы данных на основе языка SQL позволяют держать данные в безопасности и иметь к ним доступ в любое время. Язык SQL удобен для доступа к реляционным базам данных. SQL - сжатый, специализированный язык. С помощью всего нескольких предложений этого языка можно достичь того же, что потребовало бы десятков строк программы на языках семейства dBase. Уже одно это побуждает предпочесть SQL для работы в сети, поскольку краткость обменов означает сокращение потоков информации между компонентами сети. Одна из ключевых особенностей языка SQL состоит в следующем: вы просите базу данных о том, что вам нужно, а пути решения вашей задачи программа определяет сама. Это ограждает пользователей от последствий периодических изменений в организации данных.

Одной из баз данных, работающих на SQL является СУБД Paradox 4.0. Благодаря подсистеме Warp Speed фирмы Borland система Paradox 4.0 устанавливает новый стандарт быстродействия для работы как в сетевом, так и в автономном режиме. Для пользователя это означает экономию времени при получении ответов на запросы, доступе к данным и решении прикладных задач в многопользовательской системе.

Благодаря новому типу интерфейса, сходному с интерфейсом типа Windows, работать с системой Paradox 4.0 гораздо проще, чем с любой другой базой данных. Контекстно-независимая подсистема Speed Bar предоставляет оперативный доступ к наиболее употребительным командам и функциям. Перемещаемые окна переменного размера, ниспадающие меню, диалоговые окна и средства поддержки мыши позволяют легко создавать и редактировать базы данных.

Система Paradox 4.0 содержит встроенный оптимизатор запросов, ускоряющий работу. Он служит дополнением к подсистеме обработки запросов по образцу и автоматически находит самый быстрый путь выборки искомых данных. Кроме того, многотабличные формы и отчеты существенно повышают скорость выполнения любых операций - от ввода данных до подготовки демонстрационных материалов, и все это не требует программирования.

В системе Paradox 4.0 реализован новый универсальный механизм полей типа memo, позволяющий вставлять практически любой текст в любое место прикладной программы. Кроме того, можно записывать в новое двоичное поле что угодно - документы, растровые изображения, данные для мультимедиа - и манипулировать всем этим при помощи программы.

Paradox 4.0 и Paradox SQL Link обеспечивают максимальные возможности связи на языке SQL при работе с любой реляционной базой данных на ПК.

Литература

1. Арманд Н.А., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А. Методы обработки данных радиофизического исследования окружающей среды. М.: Наука, 1987, 270 с.

2. Гуляев Ю.В., Олейников А.Я. Технология открытых систем – основное направление информационных технологий.// Информационные технологии и вычислительные системы, 1997, №3, с.4 – 14. 3. Козлов В.А. Открытые информационные системы. М.:Финансы и статистика. 1999, 224 с.

4. Крапивин В.Ф., Олейников А.Я. Разработка программной среды открытых систем для баз знаний и данных в глобальном геоинформационном мониторинге.// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 1998, №10, с. 2 – 9.

5. Ничипор А.Е. Технология открытых систем и задачи обработки данных в геоинформационном мониторинге. Материалы 3-го международного симпозиума «Проблемы экоинформатики». М.: 1998, с. 117 – 120.

6. Cardill Carl F. Information Technology Standartisation. Digital Technology Corporation (USA) Digital Press, 1989, p.252.

7. Gary E. Fisher. Guide on Open System Environment (OSE) Procurements, NIST Special Publication 500-220, 1994, p.143.

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

8. Townshend J.R.G. Environmentabl database and GIS. In: Geographical Information System. Ed. by D.J. Maguire et ab., NewYork: Longman Sci.&Techn., 1991, vol.2., p. 201 – 216.

TECHNOLOGY OF OPEN SYSTEMS - THE INTEGRATION BASIS OF CREATION OF DATABASES FOR GEOINFORMATION MONITORING

Mkrtchyan F., Nichipor A., Shapovalov S.

Questions of technology of open information systems are considered. Ways of formation of databases in geoinformation monitoring systems (GIMS) are analyzed on the basis of technology of open systems.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРА

Лаврик В.И.[1], Боголюбов В.Н.[2], Скуратовская И.А.[1]

[1]Национальный университет «Киево-Могилянская академия»,
[2]Национальный аграрный университет Украины

Управление качеством поверхностного стока осуществляется посредством изменения регулируемых параметров, влияющих как на поступление различных видов загрязнений, так и на процессы очищения и самоочищения сточных вод. Регулирование количества поступающих с поверхности водосбора загрязняющих веществ в открытые водоемы осуществляется, как правило, путем создания водозащитных лесополос и валов-террас [1,2]. Наиболее существенное влияние на самоочищение сточных вод и на качество воды в открытых водоемах, оказывают процессы разбавления, седиментации взвешенных частиц, химические и биологические превращения, в том числе минерализация органических веществ, улучшающих качество природных вод [3,4,5]. Водоёмы, в которых отмеченные процессы самоочищения проходят достаточно интенсивно, имеют большую экологическую ёмкость, чем водоёмы с медленными процессами самоочищения. В вопросе повышения экологической ёмкости водоёмов большую роль играет зарегулированность водотоков с помощью прудов и бассейнов самоочищения. В частности, в последнее время в качестве эффективных бассейнов самоочищения, которые включаются в систему формирования поверхностного стока, используются биоплато [6,7]. Таким образом, качество поверхностного стока можно улучшить с помощью технологий зарегулирования водотоков – приёмников сточных вод. Образование бассейнов самоочищения позволяет в значительной степени увеличить время трансформации неконсервативных загрязняющих веществ, а выбор размеров (параметров) этих бассейнов определяет самоочистительную мощность и экологическую ёмкость соответствующих водных экосистем. Тем самым, бассейны и пруды самоочищения способствуют значительному улучшению качества поверхностного стока на водосборных территориях в условиях нарушенных ландшафтов и техногенных воздействий. Поскольку механизмы самоочищения несколько отличаются для практически стоячих вод бассейнов и для вод водотоков, которые образуют систему водоотвода на рассматриваемой площади водосбора, то и математические модели изменения качества воды для них, будут разными [4,5,8].

Предложенная математическая модель учитывает взаимосвязи между концентрациями загрязнений, поступающих из различных источников, расположенных на площади водосбора, и искомой концентрацией загрязнений в точках сброса сточных вод в притоки и главную реку на рассматриваемом участке бассейна реки.

Главное отличие модели динамики показателей качества воды в бассейнах заключается в том, что наряду с процессами трансформации загрязнений она учитывает процесс разбавления и перемешивания, поступающих в бассейн сточных вод, а модель динамики показателей качества воды в водотоках учитывает время добегания загрязняющих веществ и их химическую или биологическую трансформацию. С помощью этих двух моделей удаётся построить универсальный алгоритм для определения и прогнозирования динамики показателей качества воды, поступающей с площади водосбора в главную реку и её притоки. При построении математической модели и соответствующего алгоритма изменения концентрации загрязняющих веществ и растворенного кислорода речная система на рассматриваемом участке водосбора представляется в виде ориентированного по течению графа, вершинами которого являются створы сброса и контроля качества сточных вод.

Данный граф имеет форму дерева, ветви которого заканчиваются в источниках загрязнения. В вершинах графа, где соединяются несколько водотоков (дуг графа), могут размещаться бассейны самоочищения или соединяются несколько водотоков без бассейна самоочищения. Концентрация загрязняющих веществ в бассейнах или в точках пересечения водотоков (узлах) определяется с помощью математического моделирова-

ния при заданных концентрациях загрязнений и расходах сточных вод, сбрасываемых источниками загрязнения. Если соединение водотоков (дуг графа) происходит с помощью бассейна, то концентрация неконсервативных загрязняющих веществ, которые накапливаются в сбрасываемых из бассейна стоках с учётом всех механизмов самоочищения, включая окислительные процессы, описываются следующими дифференциальными уравнениями (первая математическая модель):

$$\frac{dC^j_{H3B}}{dt} = \overline{Q} - \overline{\alpha} C^j_{H3B}; \qquad (1)$$

$$\frac{dC^j_{PK}}{dt} = \overline{R} + \beta C^*_{PK} - \overline{\beta} C^j_{PK} - \alpha C^j_{H3B}, \qquad (2)$$

где обозначено: C^j_{H3B} – концентрация j-го неконсервативного загрязняющего вещества; α – коэффициент неконсервативности загрязняющего вещества; $\overline{\alpha} = \alpha + \frac{1}{\tau}, \tau = \frac{W}{q}$ – период водообмена в бассейне самоочищения с объёмом воды W; $q = \sum_{i=1}^{S} q_1; \overline{Q} = \frac{Q}{W} = \frac{1}{W}\sum_{i=1}^{S} C^{ij}_{H3B} q_i$; C^j_{PK} – концентрация растворенного кислорода, взаимодействующего j-м веществом; $\overline{R} = \frac{R}{W} = \frac{1}{W}\sum_{i=1}^{S} C^j_{PK} q_j$; C^*_{PK} – концентрация растворенного кислорода при полном насыщении (равновесии); β – коэффициент аэрации, $\overline{\beta} = \beta + \frac{1}{\tau}$; t – время.

Для водотоков, имеющих достаточную протяженность, целесообразно использовать математическую модель, описывающую трансформацию движущейся со скоростью течения V частицы загрязняющего неконсервативного вещества. В этом случае динамика загрязняющего вещества и растворенного кислорода в водотоке описывается следующей системой уравнений (стационарный процесс массопереноса):

$$V\frac{dC^j_{H3B}}{dx} + \alpha C^j_{H3B} = 0, C^j_{H3B}(x_k) = C^{jk}_{H3B}; \qquad (3)$$

$$V\frac{dC^j_{PK}}{dx} + \beta C^j_{PK} - \beta C^*_{PK} + \alpha C^j_{H3B} = 0, C^j_{PK}(x_k) = C^{jk}_{PK},, \qquad (4)$$

где через C^{jk}_{H3B} и C^{jk}_{PK} обозначены концентрации НЗВ и РК в начальном k-м створе водотока, проходящем через $x_к$-й узел или бассейн ($к$ = 1, 2, 3,…, s).

Представленная математическая модель массопереноса и трансформации (самоочищения) загрязненных сточных вод применяется на всех участках системы водоотвода. Построение алгоритма для определения концентраций НЗВ и РК на всей площади водосбора осуществляется при условии задания конкретной структуры системы водоотвода или ее отдельного участка, например, в виде графа.

Если требуется более точно определить взаимодействие между неконсервативным загрязняющим веществом (НЗВ) и растворенным кислородом (РК), то вместо системы уравнений (1) – (2), применяют систему нелинейных дифференциальных уравнений (обычно такие уравнения применяются при малых концентрациях растворенного кислорода), которая записывается в виде:

$$\frac{dC^j_{H3B}}{dt} = \overline{Q} - \lambda C^j_{H3B} C^j_{PK} - \frac{1}{\tau} C_{H3B}; \qquad (5)$$

$$\frac{dC^j_{PK}}{dt} = \overline{R} - \overline{\beta} C_{PK} + \beta C^*_{PK} - \lambda C^j_{H3B} C^j_{PK} = 0,, \qquad (6)$$

где λ [м^3/г·сут.] – коэффициент неконсервативности при нелинейном взаимодействии между НЗВ и РК.

Таким образом, метод математического моделирования является исключительно эффективным для прогнозирования процессов формирования качества поверхностных вод и состояния водных экосистем в условиях многочисленных антропогенных воздействий.

Применение имитационного моделирования играет особо важную роль в тех случаях, когда конечной целью исследования ставится не только получение оценки качества воды и состояния водных экосистем, но и решение вопросов регулирования и управления водными системами с учетом их фактического и прогнозируемого состояния, с учетом их экологического потенциала (экологической емкости). В конечном итоге это должно обеспечить возможность оптимизации процессов взаимодействия человека с природой.

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

С помощью предложенных в работе математических моделей можно оптимизировать применяемые в настоящее время методы и технологии очистки поверхностных вод, основанных на свойствах трансформации загрязняющих веществ в результате происходящих в природе физических, химических и биологических процессов. Такие методы и технологии являются наиболее эффективными, так как их применение требует минимальных финансовых затрат и оказывает минимальное влияние на состояние природных экосистем.

Литература

1. Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов: Учебник. – М.: КолосС, 2003. – 157 с.

2. Кумани М.В., Черкасов Г.Н. Стокорегулирующая эффективность лесных полос и валов-террас на пашне // 18 пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Курск, 28-30 октября 2003 г.): Доклады и краткие сообщения. – Курск, 2003. – С.6-15.

3. Голубець М.А. Екосистемологія. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.

4. Лаврик В.І. Екологічна ємність і самоочисна здатність водних екосистем: питання їхньої кількісної оцінки // Ойкумена (Український екологічний вісник), №4, 1991. – С.44-54.

5. Лаврик В.И. Основы математического моделирования физико-химического и биологического самоочищення водных экосистем // Гидробиологический журнал. – 1999. – т. 35, №3. – С.15-39.

6. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.

7. Стольберг Ф.В., Ладыжинский В.Н., Спирин А.И. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод//Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – №3. – С.32-34.

8. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч.посібник. – К.: Вид. дім "КМ Академія", 2002. – 203 с.

MATHEMATICAL MODELLING AND FORECASTING OF PROCESSES FORMATIONS QUALITIES OF WATER ON THE AREA OF A RESERVOIR

V. Lavryk, V. Bogolyubov, I. Skurativska

With the help of mathematical models offered in the work it is possible to optimize methods used now and technologies of surface water purification based on properties of transformation of polluting substances as a result of nature physical, chemical and biological processes occurred in the nature. Such methods and technologies are the most effective as their application demands the minimal financial expenses.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПОМЕХ В УСЛОВИЯХ КОНФЛИКТА

Климов В.В.

Институт радиотехники электроники РАН

Рассмотрим два источника S_1 и S_2 бинарных сигналов m_1 и m_2, причём вероятность включения источника S_1 равна P, а источника S_2 – (1 – P). Вероятность трансформации сигнала m_1 в m_2 или m_2 в m_1 равна P_0, а вероятность стирания – S.

Система наблюдения выносит решение о включении в канал связи либо источника S_1, либо S_2. Система наблюдения знает, какой из сигналов на данном интервале источник S_1 должен посылать.

Источник S_2 ведёт себя наихудшим образом с точки зрения системы наблюдения. Данную ситуацию можно описать игрой, в которой первым игроком является система наблюдения в коалиции с источником S_1, вторым игроком является источник S_2.

Пусть a – выигрыш системы наблюдения за правильное решение, b – за неверное решение, причём, $a \geq b \geq 0$.

Рассмотрим случай, когда $P \leq 1/2$. Сведём задачу к решению игры I размером (3 x 2), где I имеет вид:

$$I = \begin{array}{c|cc} & m_1 & m_2 \\ I_1 & A & B \\ I_6 & B & A \\ I12 & E & E \end{array},$$

где $A = a(1 - P_0 - PS) + b(P_0 + PS)$,

$B = a(P + P_0 + S - 2PP_0 - 2PS) + b(1 - P_0 - P - S + 2PP_0 + 2PS)$,

$E = a(1 - P) + b P.$

$A - B = (a - b)(1 - P)(1 - 2P_0 - S) \geq (a - b)(1 - P)(1 - 2P_0 - S) \geq 0$

Таким образом, имеем $A \geq B$. Пусть $P \in [0, 1/2]$.

I случай: $E \leq (A + B)/2$, т.е. $P \geq P_1 = (1 - S)/(3 - 3S - 2P_0)$

$$v = \min_{y} \max_{I=1,3} Z_i(y)$$

Таким образом, цена игры равна $v = (A + B)/2$

Оптимальная стратегия второго игрока имеет вид: $y^*_1 = 1/2 = y^*_2$

Оптимальная стратегия игрока 1 $x^*_1 = 1/2$, $x^*_6 = 1/2$, $x^*_{12} = 0$

$A - E = (a - b)(P - P_0 - PS)$

$B - E = (a - b)(2P + P_0 + S - 2PP_0 - 2PS - 1)$

По предположению случая 1 имеем: $E \leq (A + B)/2$

Это неравенство эквивалентно другому неравенству $A - E \geq E - B$,

из которого следует $P \geq P_1 = (1 - S)/(3 - 3S - 2P_0)$

Цена игры, как функция входящих параметров, имеет вид:

$v = (a + b)/2 + (a - b)(P + S - 2PP_0 - 3PS)/2$

II случай: $E \geq (A + B)/2$, т.е. $P \leq P_1 = (1 - S)/(3 - 3S - 2P_0)$

Очевидно, цена игры $v = \min_{y} \max_{I=1,3} Z_i(y)$

Оптимальная стратегия второго игрока $y^*_1 \in [y_0, y^0]$, $y^*_2 = 1 - y^*_1$

Из требования: $E \leq A$ следует, что $P \geq P_0/(1 - S) = P_{0S}$

Границы диапазона находятся решением уравнений:

$$y_0 = \frac{E - A}{B - A} = \frac{A - E}{A - B} = \frac{P - P_0 - PS}{(1 - P)(1 - 2P_0 - S)}$$

$$y^0 = \frac{E - B}{A - B} = \frac{1 - 2P - P_0 - S + 2PP_0 + 2PS}{(1 - P)(1 - 2P_0 - S)} = \frac{(1 - 2P)(1 - S - P_0)}{(1 - P)(1 - 2P_0 - S)}$$

Из предположения случая II вытекает, что $E \geq (A + B)/2$, из которого следует, что $A - E \leq E - B$, а, значит, и: $P \leq P_1 = (1 - S)/(3 - 3S - 2P_0)$ Оптимальная стратегия первого игрока $x^*_1 = 0$, $x^*_6 = 0$, $x^*_{12} = 1$

Цена игры в этом случае равна: $v = E = a(1 - P) + b P$

Итак, оптимальная стратегия системы наблюдения: $x^* = I_{12} = [S_2]$ Пусть выполняется соотношение: $P \geq 1/2$. Получим игру, где

$$I = \begin{matrix} \\ I_4 \\ I_7 \\ I_{11} \end{matrix} \begin{Vmatrix} m_1 & m_2 \\ C & D \\ D & C \\ F & F \end{Vmatrix},$$

где $C = a(1 - P_0 - S + PS) + b(P_0 + S - PS)$,

$D = a(P + P_0 - 2PP_0) + b(1 - P - P_0 + 2PP_0)$,

$F = aP + b(1 - P)$.

$C - D = a(1 - P - 2P_0(1 - P) - S + PS) + b(2P_0 + S - PS - 1 + P - 2PP_0)$

$= (a - b)(1 - P)(1 - 2P_0 - S) \geq (a - b)(1 - P)(1 - 2P_0 - 2S) \geq 0$

I случай: $F \leq (C + D)/2$ или $P \leq (1 - S)/(1 - S) + 2P_0) = P_2$

$$v = \min_{y} \max_{I=1,3} Z_i(y)$$

Таким образом, цена игры равна: $v = (C + D)/2$

Оптимальная стратегия второго игрока имеет вид: $y^*_1 = 1/2 = y^*_2$ Оптимальная стратегия игрока 1 $x^*_4 = 1/2 = x^*_7$, $x^*_1 = 0$

Очевидно, $F \leq (C + D)/2$ равносильно $(C - F) + (D - F) \geq 0$

$C - F = a(1 - P_0 - S + PS - P) + b(-1 + P_0 + S - PS + P) =$

$= (a - b)(1 - P - P_0 - S + P)$

$D - F = a(P_0 - 2PP_0) + b(-P_0 + 2PP_0) = (a - b) P_0 (1 - 2P)$

Отсюда следует $P \leq (1 - S)/(1 - S + 2P_0) = P_2$

Цена игры $v = (a + b)/2 + (a - b)(P - S - 2PP_0 + PS)/2$

II случай: $F \geq (C + D)/2$ или $P \geq (1 - S)/(1 - S + 2P_0) = P_2$

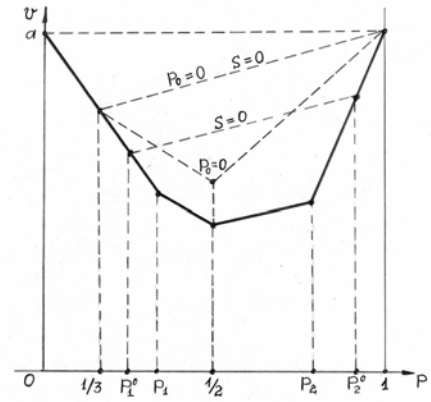
ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

Цена игры равна V=min max Z(y)
y I =1,3
Таким образом, оптимальная стратегия второго игрока имеет вид:
$y^*_1 \in [y_0, y^0]$ $y^*_2 = 1 - y^*_1$
Границы данного диапазона имеют вид

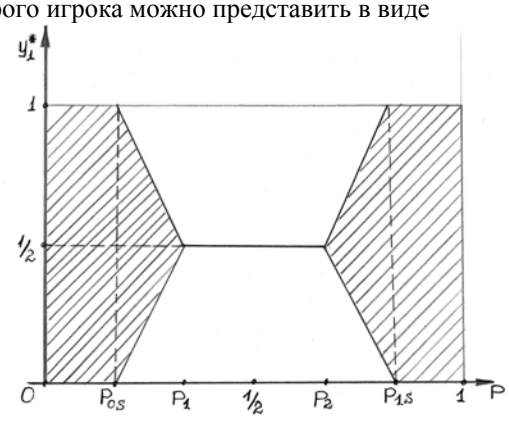
$$y_0 = \frac{F - C}{D - C} = \frac{C - F}{C - D} = \frac{1 - P - P_0 - S + PS}{(1 - P)(1 - 2P_0 - S)}$$

$$y^0 = \frac{F - D}{C - D} = \frac{2PP_0 - P_0}{(1 - P)(1 - 2P_0 - S)}$$

Оптимальная стратегия первого игрока и цена игры имеют вид:
$x^*_4 = x^*_7 = 0$, $x^*_{11} = 1$, $v = a P + b (1 – P)$
Цена игры как функция параметра P на [0,1] имеет вид:



Значения параметров, отмеченных на графике, имеют вид:
$P_1 = (1 – S) / (3 – 3S – 2P_0)$ $P_2 = (1 – S) / (1 – S + 2P_0)$
$P^0_1 = 1/ (3 – 2P_0)$ $P^0_2 = 1/ (1 + 2P_0)$
При $P \le P_1$ $v = a (1 – P) + b P$,
при $P_1 \le P \le 1/2$ $v = (a + b) / 2 + (a – b)(P + S – 2PP_0 – 3PS) / 2$,
при $1 / 2 \le P \le P_2$ $v = (a + b) / 2 + (a – b)(P – S – 2PP_0 + PS)/ 2$,
при $P_2 \le P$ $v = a P + b (1 – P)$
Оптимальную стратегию второго игрока можно представить в виде



$P_{0S} = P_0 / (1 – S)$. $P_{1S} = (1 – P_0 – S) / (1 – S)$.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕКТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ИС ДЗЗ

Саворский В.П.

Институт радиотехники и электроники РАН

Цель работы заключается в создании методики формирования объективных требований к Информационной системе (ИС) для обслуживания научных работ по дистанционным исследованиям Земли (ДЗЗ). Основой для формирования таких требований выбран анализ характеристик типовых этапов научных работ по развитию и применению методов ДЗЗ.

Базовой предпосылкой работы является то, что во всех эмпирических работах можно выделить, по крайней мере один из следующих этапов:

1. регистрацию параметров электромагнитного излучения (ЭМИ);
2. построение модели, связывающей параметры зарегистрированного электромагнитного излучения с геофизическими параметрами, описывающими состояние исследуемого физического объекта,
3. восстановление геофизических параметров в рамках выбранной модели по параметрам зарегистрированного излучения;
4. валидацию восстановленных геофизических параметров, т.е. сопоставление их с результатами прямых контактных измерений.

Кроме того, ДЗЗ имеет и свои, т.е. присущие только дистанционным космическим наблюдениям, типовые методологические особенности, заключающиеся в принципиальном использовании только методов, при которых дистанционный сенсор находится вдали от исследуемых объектов и, при этом, не вносит существенных искажений в их состояние. Поэтому не представляется возможным воспроизвести измерения с гарантированным повторением состояния исследуемого объекта. Следовательно, дистанционные измерения должны проводиться максимально возможным числом разнородных сенсоров с синхронной регистрацией условий наблюдений и физико-химические характеристики, определяющие состояние предмета наблюдений. Поэтому в состав сопутствующей информации необходимо включать также

а) условия проведения измерений (время, место, условия освещенности, режим измерений, расположение и ориентация прибора, периодичность и последовательность наблюдений),

б) данные о состоянии самого объекта (независимо измеренные значения геофизических параметров, описывающих состояние объекта),

в) натурные контактные измерения геофизических параметров в целях построения, уточнения или валидации модели,

г) восстановленные геофизические параметров в целях проверки модели.

В результате анализа сформулированы типовые проблемы ДЗЗ, определяемые, прежде всего, свойствами используемых методов исследования природных объектов. Решение этих проблем и определяет состав объективных требований к ИС ДЗЗ со стороны типовых пользователей. В качестве основных групп этих пользователей в работе рассмотрены разработчики методов ДЗЗ, исследователи природных ресурсов, использующие при этом результаты и методы ДЗ и разработчики методов анализа распространения ЭМИ.

FORMATION OF OBJECTIVE REQUIREMENTS FOR ERSO IS

Savorskiy V.

Institute of Radioengineering and Electronics of Russian Academy of Sciences

The main goal of the work is in development of methodology for formation of user requirements applied to Information System (**IS**) that should provides support for scientific researches of Earth by Remote Sensing observations (**ERSO**). The basis for such methodology is formed by analysis of features which are typical for researches aimed in development and application of ERSO methods.

———————♦———————

К ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ СОВРЕМЕННОЙ ГЕНЕТИКИ

Эйнгорин М.Я.

А/я 35, Н. Новгород - 136, 603136, Россия, НИИОКП «СКИТ», ННГУ,
тел.(8312) 67-00-08, E-mail: skit@vmk.unn.ru

Все известные экологические загрязнители биосферы (воздушной и воды среды, земли): электромагнитные, радиоактивные, химические, биологические - созданы человеком. И все они в большей или меньшей степени воздействуют на генетический аппарат живого. Радиационное загрязнение окружающей среды с рукотворными катастрофами чаще всего возникают по причине не качественных: разработки, защиты, материалов, сборки, контроля, и недостаточной подготовки обслуживающего персонала. Пока реже по злому умыслу. В настоящее время, без должного зна-

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

ния физических процессов, умудренные сединой головы, думают об источниках энергии «для» человечества с рабочей температурой около 120 000 градусов по Цельсию. Видимо эти ученые хотят превратить Землю в сверхновую звезду. Для получения новых источников энергии, не лучше ли обратиться, как это предлагает Ж. Алфёров, к полупроводниковым преобразователям солнечной энергии. Области, где они могут быть эффективно размещены, смогут стать «новыми Арабскими Эмиратами», но уже для экологически чистой, солнечной энергетики. На базе полученной электроэнергии может быть получен водород, как накопитель и экологически чистый, транспортируемый источник энергии. Думаю, что вскоре кроме полупроводниковых, многослойных, должны появиться аналогичные комбинированные полимерные пленки, обладающие высоким КПД преобразования солнечной энергии в электрическую. Человечество должно придти к этой, экологически чистой энергетике своего выживания на Земле.

Но на сегодня реально то, что было сказано выше, не идет ни в какое в сравнение новой «забавой» ученых и деятелей науки – синтезом генетически модифицированных продуктов (ГМП). В настоящее время и пока это в значительной мере касается продуктов питания, реже медицинских препаратов. Государственная Дума России «думает» о снижении нормы ГМП в продуктах питания до уровня Европы с (5 до 0,9)%. Но и это снижение недостаточно. Вся беда России заключается не только в отсутствии средств контроля ГМП, а главное в том, что производители сами часто не представляют какие, добавки они используют при изготовлении продуктов питания. Концепция «инженерной деятельности» исходит из того, что Природа слишком медленно корректирует живое, генные инженеры значительно быстрее. Но Природные разработки на базе ДНК защищены ею настолько, что никакие медленные или быстрые изменения практически невозможны, там действует особая грамматика синтеза генов. Продукты ГМП, в которых грамматика не соблюдается, не выдерживают часто двух поколений, без их восстановления теми же методами генной инженерии. Это означает лишь одно: ГМП не соответствуют грамматике синтеза генов природы и должны погибнуть. Но этот факт не принимают во внимание «специалисты» по генной инженерии. Думаю, и, скорее всего, деятельность генных инженеров связана с законами получения больших денег.

В результате некорректных действий «специалистов» человек Земли уже «приобрел» СПИД, атипичную пневмонию, коровье бешенство, видимо птичий грипп и может получить много других болезней, в связи с которыми, может встать вопрос о существовании самого человека. Первыми обеспокоилось структуры НАТО, признав за ГМП возможности биооружия. И опять не мы, несмотря на то, что основополагающие работы [1-5,7-9] и другие были выполнены именно в России. К сожалению, это не вся правда о возможностях генетического биооружия.

К настоящему времени человек научился расшифровывать гены, может выполнять операции в связи с генной инженерией, но недостаточно знает основы строения самих генов. Это крайне опасно и может привести к непредсказуемым результатам. Сегодня действия генных инженеров ближе подходят к действиям алхимиков позапрошлого и более ранних столетий. Но там мог пострадать сам алхимик или его ближайшее окружение, а в случае с ГМП пострадают сотни тысяч и миллионы людей, а может все человечество. Это не химическое оружие, атомная или водородная бомба, действующие локально. Вред от ГМП не виден, он не имеют запаха и цвета, он действует постепенно, мы не умеем это эффективно лечить. Это другой уровень знаний и проблем. Поэтому проблеме ГМП должно быть уделено особое внимание.

Генетики знают большое количество фактов о ДНК и ее преобразованиях в клетке живого. Но с законами грамматики синтеза генов, включающие принципы управления - знакомы мало. Вопреки устоявшемуся мнению, в связи с законом вырожденности, изменение даже одного нуклеотида может значительно повлиять на жизнедеятельность организма в целом и, что крайне важно, его потомства.

Чтобы показать проблему, которая частично была раскрыта в [1-9], ниже в предельно сжатой форме, даны новые факты природных закономерностей - грамматики кодирования генов, выявленные автором, без знания которых и многого другого нельзя заниматься генно-инженерной деятельностью. Это может «дорого» обойтись природе и повторю человеку в первую очередь.

После работ 40-60х годов прошлого столетия мы недостаточно познали принципы природного кодирования и декодирования текстов ДНК. Мы «упустили», скорее не смогли «вскрыть», огром-

ный раздел генетики. Только этим фактом можно оправдать не корректное развитие генной инженерии.

В упомянутых работах [1-9], в определенных пределах, «вскрыты» законы грамматики природы, кодирования генов и их трансформации на структуры ДНК.

Приведу отдельные результаты, проведенных исследований:

1. Кодонограмма и нуклеотиды. Все 2^6 различных кодонов $X_1X_2X_3$ представим в виде куба - кодонограммы - Q_o при $X_i = \{t(u), c, a, g\}$, i = 1,2,3. Представим $X_i = (x^p x^v)_i = x^p_i x^v_i$, где: x^p_i – пиримидиновая/пуриновая (Pi/Pu) составляющая, x^v_i – составляющая двойной/тройной (V_2/V_3) водородной связи нуклеотидов, x^p_i, $x^v_i = \{0, 1\}$. Таблица 1 рисунка – таблица кодирования нуклеотидов. В Q_o вдоль направления X_3 выделим 16 элементарных кодоновых групп (ЭКГ) по 4 кодона в каждой. Из них 8 базовых (БЭКГ) и 8 альтернативных (АЭКГ), смотри таблицу 2 рисунка. Объединим ЭКГ в четыре «трубки» (п. 2 текста рисунка). По диагоналям трубок будут расположены связные (~) нуклеотиды, кодоны, ЭКГ. В этом случае связность для ДНК определится как: $x^p_i = Nx^p_i' \equiv \underline{x}^p_i'$ и $x^v_i = x^v_i'$. Эти два выражения - необходимые и достаточные условия связности ЭКГ, кодонов, нуклеотидов. Связные кодоны цепей (5'-3') и (3'-5') лежат на плоскостях $(t\sim a)_1X_2,X_3$, $X_1(t\sim a)_2X_3$, $X_1X_2(t\sim a)_3$ и $(c\sim g)_1X_2,X_3$, $X_1(c\sim g)_2X_3$, $X_1X_2(c\sim g)_3$, имеют по X_i Pi~Pu основания и $V_{2/3}\sim V_{2/3}$ водородные связи [4-9].

Масса нуклеотидов: $m_t = 322$, $m_c = 307$, $m_a = 331$, $m_g = 347$ г/моль. Сумма m_i связных нуклеотидов: $m_t + m_a = m_{ta} = 653$ и $m_c + m_g = m_{cg} = 654$. $m_{ta} \cong m_{tg} \cong m_{cg}$ – константа ДНК. Масса связных кодонов равна $3m_{tg}$, связных ЭКГ равна $12m_{tg}$. Как следствие: любая ДНК сбалансирована по массе [4-9].

2. Аминограмма и аминокислоты. Таблицу кодоны – аминокислоты диалекта R $(К\text{-}А)_R$ запишем в виде системы логических равенств – соответствия $(СЛР)_R$: $V(X_1X_2X_3)_{pz} \sim A_z$, по всем $1 \le p \le 8$, $z = (\underline{1, 21})$, где: A_z – аминокислота (пункт 4 рис.), $(X_1X_2X_3)_{pz}$ – кодоны, V – знак дизъюнкции по «pz», $1 \le pz \le 2^6$. «Покроем» Q_o системой $(СЛР)_R$. Результат: аминогамма Q_R, представленная на рисунке и развернутая по A_z вдоль направления X_3. При этом жирные линии условно представляют собой A_z диалекта Универсального Генетический Кода. Все БЭКГ «покрыты» одной A_z, АЭКГ - двумя A_z и A_w (4), имеющими единую P или NP поляризацию, таблица 3. В Q_R восемь ЭКГ «покрыты» P, восемь NP A_z, что видно из той же таблицы 3 рисунка. Далее рассмотрим параметры аминокислот A_z по: гидрофобности, гидронейтральности и гидрофильности (ГО/ГН/ГИ) и их размерам: малым («*М*»), средним («*С*») и большим («*Б*») [7-9]. И вновь оказывается, что все АЭКГ целиком «покрыты» ГО или ГИ, таблица 3 рисунка; трубки I и II не имеют A_z «*С*», трубки III IV не имеют A_z «*М*», таблица 4 рисунка. Вся плоскость 1c1 Q_R покрыта A_z группы ГН, плоскости 1t1 и t11, кроме tc1, покрыты A_z группы ГО, область $(c,a,g)_1(a,g)_21$ покрыта A_z группы ГИ (все при учете п. 3 рисунка). Распределение A_z *Б*:*С*:*М* между группами ГО/ГН/ГИ связано соотношением 3:4:1/0:0:4/3:4:1. Все аминокислоты связаны таблицей систематизации [9]. В результате Q_R строго структурирована по дислокации и соотношениям параметров неклеотидов, кодонов, параметрам A_z, что видно из таблиц 1-4 рисунка и ранее из [7-9]. В белковых цепях A_z, покрывающие АЭКГ, – взаимозаменяемы ($A_{z1}\sim A_{z2}$, пункт 4 рис.).

3. Из таблиц 2, 3 и 4, пункта 4 рисунка видно существование не менее 300% избыточности по подбору $x^p_1 = \{0,1\}$, $x^v_1 = \{0,1\}$ для БЭКГ и 200% избыточности по подбору $x^p_3 = \{0,1\}$, $x^v_3 = \{0,1\}$ для АЭКГ. За счет этой избыточности покрытия Q_R показано [1,2] существование скрытых слоев кодирования (ССК), «связанных» с кодонами ДНК, РНК или мРНК. ССК не зависят от Q_R и связаны с системой логических равенств кодирования (СЛР-К) [1-5]. В указанных работах дана СЛР-К трех слоев кодирования $|J_a|$, $|J_b|$, $|J_c|$. Слой $|J_a|$ определяется X_1X_2, слой $|J_b| - x^p_3 = \{0,1\}$ и слой $|J_c| - x^v_3 = \{0,1\}$. Важными являются и слои, данные в [1]. Для «проявления» ССК J_i кодонам цепи ставятся в соответствие двоичные коды J_a, J_b, J_c. Каждый слой J_i рассматривается парами кодов кодонов, не четного E^1J_i и четного E^2J_i. При правильном выборе пар $\{E^1J_i, E^2J_i\} \subset EJ_i$ цепь $|EJ_i|$ представляет собой ряд перекрывающихся зон ($|EJ_c|$) или стыкующихся без перекрытия групп ($|EJ_a|$, $|EJ_b|$) симметрии. Зоны и группы имеют центры, полугруппы, фрагменты полугрупп, подгруппы симметричные относительно центра. Зоны и группы симметрии имеют свои «рисунки» и, видимо, «разговаривают» с ферментами на языке «симметрий». Каждый слой J_i гена имеет свою начальную зону.

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

В работах [1-9] приводится взаимосвязь ССК спиралей (5'-3') и (3'-5') ДНК. Каждый из слоев ССК связан с той или иной физико-химической (Pi, Pu, V_2, V_3) характеристикой нуклеотидов, их комбинацией, положением в Q_o, имеет свои «рисунки» обеспечивая: синхронизацию, контроль взаимодействия, другое. Слои ССК являются как бы матрицами характеристики генов и их взаимодействия с ферментами и другими структурами ДНК. Как управляющие, «стартовый» и «стоповый» кодоны в основном расположены в области $x^p_3 = 1$, а плоскости их размещения – перпендикулярны [2-9]. Из материала доклада следует, что Q_R – не вырождены, в ДНК имеются запятые и точки. В [1,2] дан пример расшифровки отдельных слоев ССК.

Из материала доклада следует: имеются четкие принципы кодирования и декодирования генетических текстов, определяемые структурами Q_o и Q_R. И главное, Q_o и Q_R и их структуры: химические, геометрические, логические, связность их структурированность - существуют независимо от ДНК, РНК и мРНК и являются сводом правил - грамматикой (законами) формирования последних. Q_o и Q_R диалектов столь красиво, сложно и четко построены, что дают основание считать об их искусственном формировании и искусственном происхождении всей живой природы Земли.

Вторгаясь в программу создания живого организма – гены, генные инженеры не знают грамматики их синтеза, а «дополнения» генов чаще всего агрессивны и мигрируют из генетически преобразованного продукта в генетический аппарат их «потребителя» - человека или животного. Воздействуя на организмы потребителей, они могут принести много вреда. Организмы придется лечить теми же «новейшими» генетическими методами. Проблемы будут возрастать и могут оказаться необратимыми по мере расширения сфер и объемов деятельности генной инженерии.

Кратко сформулируем часть выводов вытекающих из цикла работ:

1) Построена трехмерная базовая структура связи нуклеотидов, кодонов, ЭКГ и их свойств (Pi, Pu; V_2, V_3; АЭКГ, БЭКГ) – кодонограмма Q_o. На базе таблицы систематизации («Р», «NP»; ГО, ГН, ГИ; «*М*», «*С*», «*Б*») аминокислот построены аминограммы диалектов Q_R.

2) Показано, что ДНК сбалансирована по весу связными нуклеотидами и кодонами и имеет константу веса соответственно m_{tg} и $3m_{tg}$.

3) Выявлены глубокие внутренние структуры и ортогональность в формировании Q_o и Q_R .

4) Показано, что избыточность $(ЛРС)_R$ и аминограмм используется для формирования скрытых слоев кодирования – ССК мРНК, РНК и ДНК, а каждый ген несет две информационные последовательности: синтеза белка и управления, взаимодействующих с ферментами и другими структурами клетки. Показано, что ССК строятся на базе Pi, Pu оснований, V_2, V_3 числа водородных связей нуклеотидов кодонов, закона связности и симметрии.

5) Каждый слой ССК в начале гена имеет «шапку», включая стартовый кодон, отличную от последующей периодической, симметричной структуры.

6) Проведенные построения говорят, что генетический код за счет ССК имеет «запятые» и «точки», не вырожден.

7) В аминограммах, за счет избыточности, заложен механизм модификации аминокислот.

8) Нарушение естественного строения генов при генной инженерии может привести к формированию организмов – инвалидов, гибели видов, непредсказуемым последствиям для всей живой природы Земли.

Генная инженерия породила новую грандиозную проблему геннно-инженерной экологии. Чтобы деятельность человека не дошла до самоуничтожения, необходимо Главам Государств и ООН принять срочные меры для ограничения генно-инженерной деятельности «царя природы» до безопасных для биосферы Земли принципов и масштабов.

Человек – часть природы, но его деятельность сегодня, без должных знаний и ответственности, слишком губительна для нее. Амбиции и жажда наживы человека несоизмеримы с его знаниями, несмотря на то, что идет 21 век. Это должны понять все от кого зависит стимулирование работ в данной, весьма деликатной сфере деятельности человека. Повторю: на сегодня у нас – людей знания недостаточны, чтобы заниматься коррекцией ДНК живой природы.

Литература

1. М. Эйнгорин «Основы кодирования и управления в молекулярной биологии», Нижний Новгород, ISBN № 5 – 7032 – 0390- 02, 120 страниц, 2001 Год.

2. М. Эйнгорин «Кодирование генетических текстов», http://www.unn.ru/rus/books/eingorin/r1.htm

3. М. Эйнгорин «Кодирование в молекулярной биологии и радиация», 2002, РАН, ж.РАДИАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ И РАДИОЭКОЛОГИЯ, том 42, № 6, стр. 628-631.

4. M. Eingorin «Coding of a gene and gene engineering», I Moscow International Congress «BIOTEHNOLOGY: state of the art and prospects of development», Congress proceedings, p. 13–14, 2002, October 14-18.

5. M. Eingorin «Coding of a gene and gene engineering - 2», II Moscow International Congress «BIOTEHNOLOGY: state of the art and prospects of development», Congress proceedings, Part 1, p. 27 – 30, 2003, November, 10-14.

6. М. Эйнгорин «К проблемам экологии генной инженерии», V Международный симпозиум «Инженерная экология - 2003», РАН, НТОРЭС, сборник тезисов докладов, декабрь 2003.

7. М. Эйнгорин «К основам грамматики кодирования генов», Седьмая Всероссийская конференция по биомеханике, РАН, Россия, Нижний Новгород, сборник тезисов докладов, стр. 144-150, 24–28 мая 2004.

8. М. Эйнгорин «К проблемам экологии генной инженерии – 2», Материалы 6-го Международного симпозиума «Проблемы экоинформатики», РАН, Москва, 1-3 декабря 2004 года, стр. 53-58.

9. М.Я. Эйнгорин, «Модель основ грамматики кодирования генов», Вестник Нижегородского Университета им. Н.И. Лобачевского, Серия: «Математическое моделирование и оптимальное управление», выпуск 1 (27) 2004 год, стр. 267-287.

TO ECOLOGICAL PROBLEMS OF MODERN GENETICS

Principles for constructing a model of gene coding grammar are considered. The paper states internal interactions between properties of nucleotids, codons and aminoacids. Principles of formation of governing and address information of genes and implied variability grammar are given. The paper provides a new view on coding of gene texts, gene engineering activity, and possible causes of "complex" diseases.

———————♦———————

ОПЕРАЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИНЫ И РЕАЛЬНОСТИ

Флейшман Б.С.

Истина в религиозной трактовке носит абсолютный, догматический характер, как Слово Божие, запечатленное в Святых Книгах соответствующих религий.

Современного человека догматическое провозглашение истины явно не удовлетворяет. Поэтому ему нужна некоторая рационалистическое трактовка истины. Таковая может быть дана на основе Принципа абдукции [1].

Принцип абдукции гласит: « истинным следует считать наилучшее объяснение одного и того же явления». Принцип сформулирован современными теологами из здравого смысла и у них имеются различные качественные трактовки того, что они понимают под «наилучшим объяснением».

В предлагаемом ***операционном*** Принципе абдукции дается операционный критерий (последовательность операций), приводящий к наилучшему объяснению.

Объяснение $A=(A^*, A^{**})$ явления касается некоторого множества ***сущностей*** A^* и содержит некоторое множество ***допущений*** A^{**}. Например, объяснение явления притяжения двух тел друг к другу содержится в законе всемирного тяготения, гласящего: «для тел, размеры которых не велики по сравнению с расстоянием между ними (*допущение*), сила притяжения пропорциональна их массам (*сущности*) и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними».

Рассматриваются два объяснения $A=(A^*, A^{**})$ и $B=(B^*, B^{**})$ одного и того же явления, использующие различные множества сущностей A^* и B^*, и допущений A^{**} и B^{**}. Тогда ***критерий*** лучшего из двух объяснений A и B и их эквивалентности таков:

A лучше B, если A^* лучше B^*, каковы бы ни были A^{**} и B^{**}, a)

A лучше B, если A^* эквивалентно B^*, но A^{**} лучше B^{**}, b)

A эквивалентно B, если A^* эквивалентно B^* и A^{**} эквивалентно B^{**}, c)

A несравнимо с B, если A^* несравнимо с B^* или A^* эквивалентно B^*

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru

и A^{**} несравнимо с B^{**}. d)

Критерий не симметричен по отношению к сущностям и допущениям – первые имеют ***приоритет*** над вторыми. Обоснование такой несимметрии связано с принципом Оккама, в согласии с которым на протяжении всей истории физики из нее в первую очередь изгонялись «лишние» сущности такие, как «цель», «эфир», «теплород» и др., а потом уж допущения.

Таким образом, критерий оценивает наилучшее из двух объяснений, что согласно принципу абдукции указывает на одно истинное из них (другое считается ложным). В случае эквивалентности объяснений оба они считаются истинными.

Очевидно, что если имеется не два, а более двух объяснений одного и того же явления, то последовательно применяя критерий к их парным сравнениям, мы получим одно или несколько истинных объяснений, а остальные –ложные.

Критерий полностью операционен, когда в нем определяются отношения «лучше» и «эквивалентно» для множеств сущностей и допущений.

Наиболее известными лучшими объяснениями являются для явлений:

падения тела, поднятого над Землей -Ньютоновское по сравнению с Аристотелевским (во 2-м объяснении «неизмеряемая» сущность – цель)- случай a;

движения планет по небосводу -Кеплеровское по сравнению с Птоломеевским (множества сущностей эквивалентны, но во 2-м объяснении «сложное» допущение циклов орбит планет)- случай b.

Полностью операционным оказывается случай критерия, в котором отношение «эквивалентно» заменяется на отношение «тождественно», а между множествами A^{*} и B^{*} , а также A^{**} и B^{**} отношение «лучше» заменяется на отношение «включается в».

Данное определение истины связано с наилучшим объяснением на имеющемся уровне знаний, и поэтому как и все научные определения неизбежно носит относительный характер в отличие от абсолютных догматических определений.

Операционный Принцип абдукции можно трактовать также как ***операционное*** определение истины, то есть определения не того, что есть истина, а того как ее получить. Этим принцип придает понятию истины недостающую ей определенность.

Как следствие операционного Принципа абдукции можно сформулировать операционное определение ***реальности***: « реальными следует считать те сущности, которые фигурируют в лучшем объяснении одного и того же явления».

Основная задача ***теологии*** состоит в объяснение явления возникновения и поддержания существования Мироздания (Вселенной и Духовного Мира) и человека в нем. Пусть наилучшим объяснением оказывается объяснение, в котором наряду с другими сущностями используется сущность, именуемая Богом. Тогда согласно операционному определению реальности Бог является реальностью. Упорядочение причин и следствий в Мироздании требует указания Первопричины. Отождествление Первопричины с Богом заставляет считать Его Высшей Реальностью.

Современные представления физики о Большом Взрыве и Антропном Принципе можно рассматривать как лучшее объяснение возникновения и поддержания существования Вселенной и человека в ней. В этом объяснении физики, как и теологи, среди других сущностей склонны рассматривать Бога в качестве Первопричины и поэтому Он оказывается Высшей Реальностью. Таким образом, современная физика способствует рационалистическому, а не догматическому определению Бога как Высшей Реальности

Принцип абдукции и операционное определение сущностей стали недавно использоваться для решения основной задачи теологии и других ее проблем [2].

Но уже триста лет они используются в ***физике***. Успехи физики были обеспечены использованием как принципа абдукции для ее моделей, так и операционным определением рассматриваемых в ней количественных сущностей (масса и энергия) в виде их измерения.

Вот уже сто лет как модели математической ***статистики*** используют принцип абдукции в виде принципов отношения и максимума правдоподобия.

Давно известно применение принципа абдукции для операционного определения цели-сущности, важнейшей для ***системологии*** (на ее основе определяются понятия ресурса и эффективности). Здесь более тридцати лет назад было дано операционное определение цели в виде алгоритма так называемой объективной телеологии [3, стр .195-196].

Алгоритмом состоит в следующем. Для данной системы (оригиналу) с неизвестной целью о ней выдвигается М правдоподобных гипотез. Строится модель оригинала и она подвергается М оптимизациям по целевым функционалам, определяемым соответствующей гипотетической цели. В результате получается М оптимизационных моделей одного оригинала. Та из оптимизационных моделей, которая оказывается самой близкой к оригиналу считается истинной вместе с гипотетической целью, приведшей к ее построению.

В ***психологии*** и ***этике*** вербальные (словесные) определения сущностей благодаря пионерским работам Владимира Лефевра [4] начинают уступать место их модельно – операционным определениям. Этот автор

утверждает даже о наличии двух противоположных типов мышления ученых: вербальном (например, у гуманитариев и философов) и модельном (например, у физиков и инженеров).

Таким первичным сущностям как Дух, материя, информация и др. нельзя дать вербального определения, отвечая на вопрос: «что есть данная сущность?», так как входящие в них понятия потребовали бы своих определений и т.д. Поэтому философы дают им различные «разъяснения», по которым ведут между собой нескончаемые споры.

С другой стороны операционное определение, отказываясь от ответа на вопрос:

«что есть данная сущность?», отвечает на вопрос: «с помощью каких операций можно ее получить?» и этим ответом вносит требуемую определенность и однозначность.

Таким образом проглядываются операционно-модельные основы Единой науки 21-го века, объединяющей в себе результаты физики, системологии и теологии. Свой вклад в Единую науку внесло и РНТОРЭС им. А.С. Попова, в рамках которого в тяжелейший период идеологического тоталиторизма в СССР работали секции, поддерживавшие исследования по системологии, экологии и паранормальным явлениям. Этот доклад посвящен великому ученому Владимиру Александровичу Котельникову, недавно окончившему свой земной путь.

Литература

1. Артур Пикок. От науки к Богу. Грант. Москва, 2002 (пер. с англ. A. Peacoce. Patys from Sciences towards God.Oxford. England, 2001)
2. Б. Флейшман. Выбор за Вами. Ойкумена. Москва-Нью-Йорк, 2000 (пер. на англ. B. Fleishman. The Choice is Yours. Oecumene. Moscow-New York, 2003)
3. Б.С. Флейшман. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем. Сов.радио, 1971
4. В. Лефевр. Рефлексия. КОГИТО-ЦЕНТР. Москва, 2003

ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург тел/факс: 567-72-02 info@autex.spb.ru