

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ФЕНОМЕНОЛОГИИ РАЗРЯДА УНИПОЛЯРНОГО ПРОБОЯ ГАЗА (УПГ)

Герасимов Игорь Валерьянович

*доктор технических наук, профессор, Костромской государственной университет им. Н.А. Некрасова
г. Кострома*

THE ESPECIAL AN ARISE AND PHENOMENOLOGY OF THE DISCHARGE OF UNIPOLAR BREAKDOWN OF GAS (UBG)

Gerasimov Igor, Professor, doctor engineering sciences, Kostroma State University of N.A. Nekrasov

АННОТАЦИЯ

Рассматривается новый тип разряда, который был открыт автором в 1973 году, в Физико-техническом институте АН Таджикистана (Таджикской ССР) – разряд униполярного пробоя газа (УПГ). В ходе его исследования выяснилось, что его феноменология, его свойства не вписываются в известные теории разрядных процессов: в разряде УПГ нет контакта потенциального электрода с газовой средой, нет и продольного поля, разгоняющего электроны.

ABSTRACT

The new type of the discharge which has been open by the author in 1973, in Physicotechnical institute AN of Tajikistan (the Tadjik Soviet Socialist Republic) - the discharge of Unipolar Breakdown of Gas (UBG) is considered. During its examination it was became clear, that its phenomenology, its properties are not inscribed in known theories of discharge processes: in discharge UBG there is no contact of a potential electrode to gas medium, there is no also the longitudinal field accelerating electrons.

Keywords: разряд униполярного пробоя газа (УПГ), the discharge of Unipolar Breakdown of Gas (UBG); нет контакта потенциального электрода с газовой средой, there is no contact of a potential electrode to gas medium, нет продольного разгоняющего поля, there is no the longitudinal of accelerating field.

I. Главными особенностями возбуждения этого разряда являются два основных момента: во-первых, в разряде используется единственное покрытие – электрод (ПЭ), размещённый на внешней поверхности длинной ($\leq 5m$) стеклянной трубки, на который поступает импульсное напряжение с частотой следования импульсов 1-15 кГц, их длительностью по основанию 10 мкс и амплитудой более 0.8 кВ.

Во-вторых, в диапазоне форвакуума ($10^{-3} \div 100 Torr$) на длине объема трубки в несколько метров наблюдается свечение газа (воздух).

ПЭ являлся единственным потенциальным электродом – второго электрода нет [1÷3]; ПЭ представляет собой мелкую ($1 \times 1 cm$) металлическую сетку или фольгу) и покрывает плоскую торцевую стенку разрядной трубки, или ее боковую цилиндрическую поверхность [4,5].

Поскольку в разряде УПГ металлическая поверхность ПЭ не контактирует с газовой средой, то она не может быть источником эмитирующих электронов. Наличие продольного электрического поля, требуемого для размножения электронов, исключается отсутствием второго электрода, поэтому применять к возбуждению этого разряда механизмы, основанные на появлении электронной лавины с последующим образованием квазинейтральной области плазмы, по меньшей мере, – не корректно.

II. Использование для возбуждения разряда УПГ цилиндрического ПЭ позволило обнаружить [5] несколько последовательных фаз развития этого разряда. Первая область свечения (ОС) разряда возникает в объеме газа непосредственно под поверхностью цилиндрического ПЭ, причем первоначально свечение всегда наблюдается вблизи кромок ПЭ со стороны основного объема газа трубки и имеет геометрию короткого светящегося цилиндра с резкими границами со стороны торцевой стенки трубки. От боковой стенки трубки радиальная граница ОС отделена областью отсутствия свечения, рисунки 1,2. Под поверхностью ПЭ ОС появляется (формируется) за длительность τ_{II} очередного импульса потенциала φ_{II} последовательным увеличением ее длины l_{OC} . При этом под ПЭ объем ОС, ее геометрия и осесимметричная локализация задаются давлением газа, радиусом трубки и энергией импульса [4,5] - через его амплитуду, длительность и ток, потребляемый от источника.

Рисунок 1. Изменение пространственной локализации области свечения (ОС) газа под поверхностью ПЭ (мелкая сетка) при раз личном давлении газа (воздух) и при наличии на нем импульсного потенциала отрицательной полярности; $\varphi_{II} = 15 kV$, $f_{II} = 2000 Hz$, $0.5\tau_{II} = 5 мкс$, внутренний радиус трубки $r_T = 9.5 мм$.

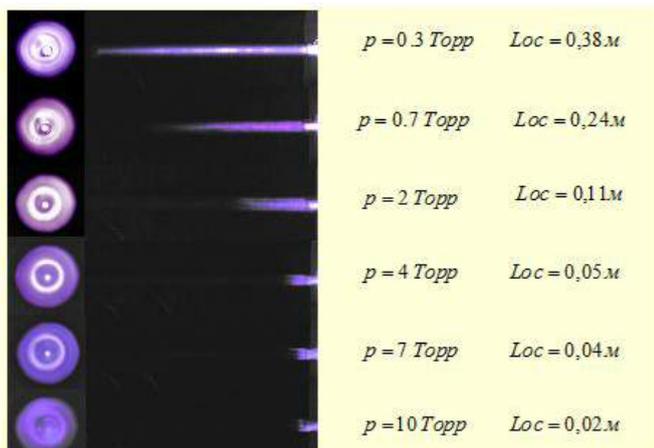


Рисунок 1.

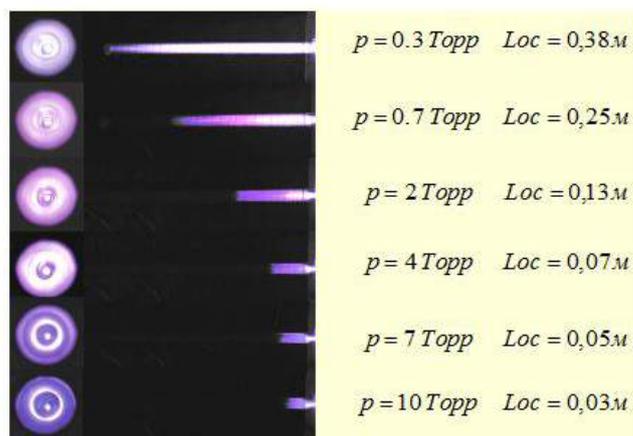


Рисунок 2

Рисунок 2. Изменение пространственной локализации области свечения (ОС) газа под поверхностью ПЭ (мелкая сетка) при различном давлении газа (воздух) и при наличии на нем импульсного потенциала положительной полярности; параметры возбуждения разряда – те же, что и на рисунке 1.

Рисунок 3. Последовательный характер процесса формирования ОС в объеме газа под ПЭ при последова-

тельном увеличении амплитуды φ_{II} импульсного потенциала на ПЭ (минимальная величина $\varphi_{II} = 0.8 \text{ кВ}$ на нижнем фото; торцевая стенка трубки – слева; общая длина ПЭ – 40 см, $r_T = 9.5 \text{ мм}$; $R_T = 21 \text{ мм}$; $l_T = 280 \text{ мм}$

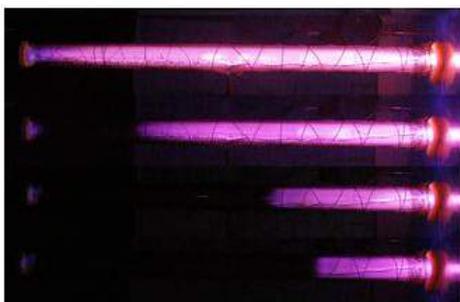


Рисунок 3.



Рисунок 4. Вид свечения разряда под ПЭ при различных амплитудах импульсного потенциала.

За длительность τ_{II} импульса потенциала φ_{II} на ПЭ область свечения газа под его поверхностью формируется последовательно и во времени, и в пространстве [3,5] объема этой области. В эксперименте (рисунок 4) импульсы потенциала отрицательной полярности треугольной формы (их длительность по основанию $\tau_{II} = 18 \text{ мкс}$) с

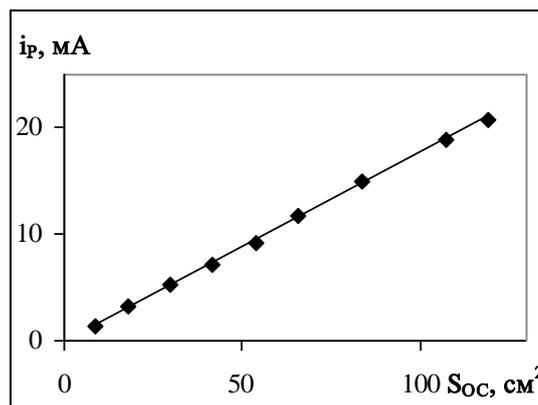


Рисунок 5. Зависимость тока разряда от площади области свечения под ПЭ.

частотой следования $f_{II} = 500 \text{ Гц}$ и амплитудой импульсов в $\varphi_{(-)} = 7.0 \text{ кВ}$ подавались на ПЭ из металлической сетки (длина ПЭ $l_{ПЭ} = 100 \text{ мм}$), размещенный у торцевой стенки стеклянной трубки с внутренним диаметром в 19 мм . При $p = \text{const}$ (воздух), но при последовательном росте амплитуды φ_{II} импульсов на ПЭ, длина l_{OC} ОС

под поверхностью ПЭ также последовательно увеличивается в направлении торцевой стенке трубки, рисунки 3,4.

Через торцевую стенку трубки свечение газа под ПЭ наблюдалось или в форме светящегося кольца с его радиальной шириной в 4÷5 мм ($P \leq 10 \text{ Torr}$), или в форме светящегося круга по всему сечению трубки ($P \leq 2 \div 4 \text{ Torr}$).

Продольно-последовательное проникновение свечения в объем газа под поверхность ПЭ фиксируется с помощью любых фотоприемников, например, с помощью светодиодов, располагая один из них вблизи края ПЭ, другой – на границе проникновения свечения газа в его объеме под ПЭ [4].

Рост l_{OC} ОС предполагает соответствующее увеличение, рисунок 4, площади $S_{OC} = 2\pi R_T \times l_{OC}$ той части поверхности ПЭ (изолированной от газа стеклянной стенкой трубки), под которой наблюдалось его свечение, а это в свою очередь, задает изменение тока i_{II} , потребляемого в разряде, рисунок 5.

III. Площадь поверхности ПЭ $S_{OC} = 2\pi R_{Tp} \times l_{OC}$, под которой локализована ОС газа задается, в свою очередь, давлением газа и амплитудой импульсов потенциала φ_{II} . При постоянной амплитуде импульса φ_{II} уменьшение давления газа P увеличивает длину l_{OC} ОС ($l_{OC} \sim P^{-1}$) и площадь S_{OC} ПЭ, под которой возникла ОС. При $l_{OC} \sim P^{-1}$ ток i_{II} в импульсе не изменяется. Его резкое уменьшение начинается с момента выполнения равенства $l_{OC} = l_{ПЭ}$.

Пропорциональность между изменением тока i_{II} и площадью S_{OC} поверхности ПЭ, участвующей в развитии разряда УПГ, предполагает, что при его возбуждении выполняется закон нормальной плотности тока, наблюдаемый на поверхности катода в 2-х электродном тлеющем разряде постоянного тока (ТРПТ). Этот эффект существующие теории разрядных явлений объяснить не могут [6].

Появление ОС под поверхностью ПЭ сопровождается перемещением большого количества молекул газа из остального объема трубки (или из балластного объема второй трубки, соединенного с разрядом УПГ) и появлением во всем объеме трубки сильных (с амплитудой порядка стационарного давления газа) акустических колебаний.

Таким образом, эксперименты показывают, что в первой наблюдаемой стадии развития разряда УПГ размеры области свечения, возникающей под поверхностью ПЭ за длительность τ_{II} одного импульса φ_{II} , определяются соотношением между всеми параметрами возбуждения разряда УПГ: давлением газа P , амплитудой потенциала φ_{II} и длительностью его импульса τ_{II} , а также длиной $l_{ПЭ}$ ПЭ (его площадью $S_{ПЭ} = 2\pi R_T \times l_{ПЭ}$), внутренним (r_T) и внешним (R_T) радиусами трубки. С ОС, наблюдаемой под поверхностью ПЭ, соотносится энергия,

задаваемая параметрами единичного импульса высоковольтного потенциала φ_{II} (в экспериментах – треугольной формы, т.е. $0.5\tau_{II}$) $\varepsilon_{II} = 0.5\tau_{II}i_{II}\varphi_{II} = q_{II}\varphi_{II}$, которая, как показывают эксперименты, предварительно накапливается в форме локального распределения зарядов в ОС [3,4].

IV. Появление ОС под поверхностью ПЭ связано с ионизацией молекул газа, переместившихся в большом количестве из всего объема трубки в ее локальную область под поверхностью ПЭ. Подобное перемещение может происходить только при наличии под поверхностью ПЭ локальной области зарядов отрицательного знака, являющейся источником электростатического поля. Именно действие этого поля на молекулы газа превращает их сначала в положительно заряженные ионы, а затем – в этом качестве перемещает их по направлению объемного отрицательного заряда, Q_{OC} под ПЭ, представляющего собой совокупность из N_{O3} электростатических зарядов, распределенных в газовой среде с определенной плотностью, параллельно внутренней стенке трубки под поверхностью ПЭ.

Появление (наведение) зарядов отрицательного знака Q_{OC} под всей, или частью поверхности ПЭ предполагает разделение работы источника ε_{II} (и общего заряда импульса $q_{ПЭ}$) на две одинаковые части: одна – по поверхности $S_{ПЭ}$ ПЭ: $\varepsilon_S = 0.5 \int \sigma_{ПЭ} \varphi_{II} dS$; другая – под этой поверхностью в объеме газа: $\varepsilon_V = 0.5 \int \rho \varphi_{II} dV$, т.е. $\varepsilon_{II} = \varepsilon_S + \varepsilon_V = 0.5 \int \sigma_{ПЭ} \varphi_{II} dS + 0.5 \int \rho \varphi_{II} dV = 0.5 \varphi_{II} q_S + 0.5 \varphi_{II} Q_{OC}$.

Наблюдение свечения газа под всей поверхностью ПЭ с его большой длиной (в экспериментах - 40÷80 см) требовало, во-первых, присутствия на ПЭ импульсов φ_{II} с относительно большой амплитудой ($\geq 5 \div 15 \text{ кВ}$); во-вторых, оптимального для разряда УПГ [1,3] давления газа $P_{опт}$, – давления, при котором его свечение в сечении трубки под ПЭ занимало максимальную площадь, рисунки 1,2.

V. Линейная локализация зарядов Q_{OC} под ПЭ и электростатическое поле $E_{O3} = r_{O3} \rho_{O3} / 3\varepsilon_0$ каждого из этих зарядов создает вокруг них оболочку из ионизованных, возбужденных и поляризованных молекул воздушной смеси. Именно эти оболочки и проявляются в свечении газа под ПЭ. При этом плотность молекул газа в возникшей таким образом ОС соответствует наведенной плотности энергии $W_E = 0.5\varepsilon_0 E_{O3}^2$ поля объемного единичного заряда \bar{E}_{O3} , которая превышает плотность энергии разреженного газа до момента образования в нем

объемных зарядов [5]. Именно эти обстоятельства и являются следствием смещения большого числа молекул в область объема газа под поверхностью ПЭ, где происходит локализация наведенных объемных зарядов (ОЗ) и их полей \vec{E}_{OZ} .

При наблюдении через прозрачную торцевую стенку трубки подобная локализация N_{OZ} объемных электростатических зарядов, окруженных светящимися (ионизованными, возбужденными и поляризованными) молекулами, имеет кольцевую или круговую (в зависимости от давления воздуха) геометрию области свечения, рисунки 1,2. На рисунке 4 показана [4] схема изменения геометрии ОС под ПЭ при изменении только одного параметра разряда: амплитуды $\varphi_{ПЭ}$ ($P = \text{const}$). При $p \leq 0.15 \text{ Torr}$ ОС имела геометрию светящегося круга.

VI. В следующей фазе разряда очередной импульс потенциала φ_{II} выталкивает все заряды ОС из-под поверхности ПЭ за его границы, в основной объем газа трубки. На некотором расстоянии от ПЭ выталкиваемые заряды локализуются в долгоживущие (до нескольких десятых секунды [4,5]) свободные объемные заряды (СОЗы) отрицательного знака. С момента их появления электростатическое поле СОЗов создает вокруг них светящуюся оболочку из ионизованных, возбужденных и поляризованных молекул и атомов разреженного газа [3÷5], – возникают светящиеся заряженные плазменные образования (ЗПО).

VII. С каждым последующим импульсом φ_{II} на ПЭ наведенное поле поверхности ПЭ

$$E_{ПЭ} = \sigma_{ПЭ} / \epsilon_0 = q_{ПЭ} / S_{ПЭ} \epsilon_0 = 0.5 \tau_{II} i_{\text{max}} / S_{ПЭ} \epsilon_0$$

выталкивает заряды Q_{OZ} из-под поверхности ПЭ на такое расстояние от его кромок, на котором сила этого выталкивания, уравновешивается сопротивлением молекул газовой среды, совершающих тепловое движение. Все экспериментальные исследования разряда УПГ показывают на внезапный характер появления СОЗов и электростатического поля $\vec{E}_{COZ} = \rho_{COZ} / \epsilon_0$ их заряда.

Повторение процесса выталкивания зарядов из-под поверхности ПЭ и последующее взаимодействие

электростатических полей $\vec{E}_{COZ} = r_{COZ} \rho / 3\epsilon_0$ 2-х послед-

довательно возникших объемных зарядов Q_{COZ} , вызывает смещение первого из этих зарядов из области своей

первоначальной локализации (с расстояния в X_{ϱ} от кромок ПЭ), и последующее его удаление от вновь появивше-

гося заряда Q_{COZ} на такое расстояние, на котором сила взаимного отталкивания двух объемных зарядов уравновешивается сопротивлением молекул газовой среды, совершающих тепловое движение.

Ударный характер воздействия поля $\vec{E}_{COZ} = r_{COZ} \rho / 3\epsilon_0$ на атомы и молекулы газовой среды переводит их в ионизованное, возбужденное и поляризованное состояние, в котором они смещаются к границам

СОЗов с образованием вокруг них светящейся оболочки [3÷5] и появлению светящихся заряженных плазменных образований – ЗПО. Именно присутствие светящейся оболочки ЗПО и дает возможность достаточно корректно фиксировать (с использованием ФЭУ, ФЭ, фотодиодов и внешних электрических зондов, размещаемых как на поверхности трубки, так и на расстоянии от нее [1,5]) длину разряда и излучение поля с его поверхности. Сам факт появления ЗПО, их размеры и размеры СОЗов в их центральной части, а также их последующее перемещение по объему газа в разрядной трубке, позволяют определять геометрию и размеры их объемов, изменяемых в процессе удаления от ПЭ, а также длину разряда – светящегося столба газа, что принципиально, – невозможно в 2-х электродных разрядах – она задается межэлектродным расстоянием.

VIII. Свободный объемный заряд, локализованный в центральной части ЗПО является источником электрического (электростатического) поля, действие которого распространяется не только на разреженный газ внутри трубки, но и за пределы ее стеклянной стенки [5], проявляясь потенциалом на ее поверхности. Первоначально потенциал на поверхности разрядной трубки появляется только на определенном удалении L_{Φ} от ПЭ. Величина L_{Φ} определяется параметрами возбуждения разряда: при постоянном давлении газа P , но с ростом импульсного потенциала $\varphi_{ПЭ}$ на ПЭ (в экспериментах – с 3.24 кВ до 8.17 кВ), расстояние L_{Φ} увеличивалось с 0.5 м до 0.7 м. Увеличивалась при этом и скорость распространения разряда (с $2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ до $4.7 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ при $p = 2.8 \cdot 10^{-2} \text{ Torr}_{const}$). При большой величине импульсного потенциала на ПЭ ($\varphi_{ПЭ} \geq 8 \text{ кВ}$) расстояние L_{Φ} переставало зависеть от давления газа P . При постоянном значении $\varphi_{ПЭ}$ на ПЭ скорость распространения разряда уменьшалась с уменьшением давления газа P . В области минимальных (для разряда УПГ) давлений (в экспериментах - при $p \leq 2.8 \cdot 10^{-2} \text{ Torr}$) и при малой амплитуде $\varphi_{ПЭ}$ ($\varphi_{ПЭ} \leq 4 \text{ кВ}$) скорость распространения разряда на различных расстояниях от ПЭ оставалась практически постоянной.

Рисунок 6. Возможность наблюдать объем ЗПО (СОЗа) и проследить его перемещение в объеме газа трубки появляется (в условиях эксперимента) на удалении в 300 мм от кромок ПЭ.

Рисунок 7. Два кольцевых проволочных зонда размещались на поверхности стеклянной трубки на расстоянии, заведомо большего длины ЗПО, возникающего возле ПЭ (максимальная длина ЗПО близка к длине ПЭ). Передние фронты сигналов с обоих зондов будут различаться, поскольку при появлении ЗПО вблизи ПЭ первый зонд (3_1), ближний к ПЭ, находится над ЗПО (СОЗом).

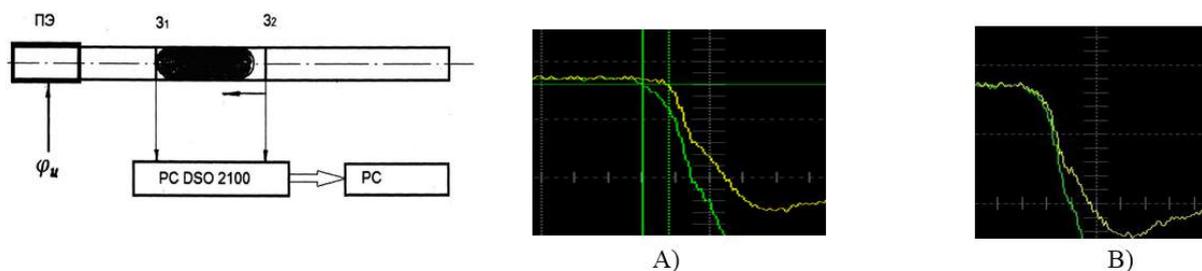


Рисунок 6.

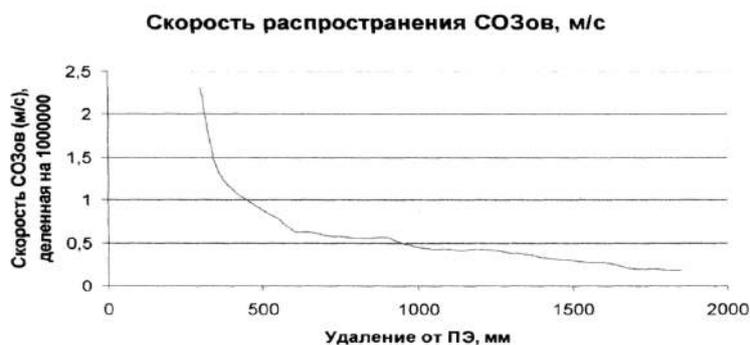


Рисунок 8.

Использование в экспериментах подвижных зондов в форме проволочной петли снаружи стеклянной поверхности трубки [1,2] позволило с большой точностью фиксировать размеры СОЗов (ЗПО) и измерение их длины $L_{ЗПО}$ при формировании ими области свечения разряда УПГ по мере удаления от ПЭ. Измерения проводились при различной длине $l_{ПЭ}$ ПЭ (30,20 и 10 см); амплитуда импульсов потенциала на ПЭ $\varphi_{(-)} = 15 \text{ кВ}$, импульсы треугольной формы с длительность по их основанию $t_{И} = 20 \text{ мкс}$, частота их поступления на ПЭ – 2000 Гц . Чтобы зафиксировать сигналы одновременно с обоих зондов, второй зонд смещался по направлению первого до того момента, когда оба зонда оказывались у противоположных границ одного объема ЗПО, т.е. над одним и тем же отрицательным объемным зарядом СОЗа, когда сигналы передних фронтов с обоих зондов будут совпадать (при неподвижном ближайшем к ПЭ зонде $З_1$, рисунок 7(В)).

Таким образом, эксперименты показали, что развитие разряда УПГ происходит смещением по объему газа (воздух) трубки заряженных плазменных образований. В их центральной части локализован отрицательный объемный заряд, который создает вокруг своей пространственной границы оболочку из ионизованных, возбужденных и поляризованных молекул газа.

Список литературы

1. Герасимов И.В. Поверхностный и объемный источник зарядов одного знака (приоритет от 25.03.91. Патент РФ N 2076381 БИ 1997.N9.
2. Герасимов И.В. О распространении униполярного безэлектродного пробоя газа "Физика плазмы". 1988.Т. 14. С.1240-1247.
3. Бородин Н.Н., Герасимов И.В., Копейкина Т.П., Сухов А.К. Исследование процесса формирования области свечения в разряде униполярного пробоя газа (УПГ). "Физико-химическая кинетика в газовой динамике". 2010. Том 10, URL: <http://www/chemphys.edu.ru/pdf/2010-02-01-001.pdf>.
4. Герасимов И.В. Локализация энергии высоковольтных импульсов в разряде униполярного пробоя газа, возбуждаемого через единственное покрытие-электрод. Теплофизика высоких температур. 2010. Т.48. № 1. С. 138–141.
5. Герасимов И.В., Бритов Т.А. Формирование свечения плазменного столба в разряде униполярного пробоя газа УПГ продольным движением заряженных плазменных образований. Материалы Международной конференции «Физика высокочастотных разрядов», Казань. 2011. С.184-186.
6. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука.1987.

ИЗБРАННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРОСТРАНСТВА РАЗМЕРНОСТИ 4

Долгарев Артур Иванович

К.ф.-м.н., доцент Пензенского государственного университета

Долгарев Иван Артурович

К.ф.-м.н., доцент Пензенского государственного университета

SELECTED SURFACE SPACE OF DIMENSION 4

Arthur Dolgarev, Candidate of physic-mathematical Sciences, associate Professor Penza University

Ivan Dolgarev, Candidate of physic-mathematical Sciences, associate Professor Penza University

АННОТАЦИЯ

Приведена классификация поверхностей евклидова пространства размерности 4 по числу параметров. Рассмотрены гиперboloиды, параболоиды, цилиндры, условные поверхности, вложенные сферы; погружения одной поверхности на другую. Отмечен тор со свойством сферы. Используются свойства поверхностей, полученные ранее в общей теории евклидовых поверхностей пространств произвольной размерности.

ABSTRACT

Classification of surfaces in Euclidean spaces of dimension 4 by the number of parameters. Considered hyperboloids, paraboloids, cylinders, conditional surface, nested spheres; dip one surface to another. Marked torus with the property sphere. Use the properties of surfaces obtained previously in the General theory of Euclidean surfaces in spaces of arbitrary dimension.

Ключевые слова: поверхности 4-мерного пространства; классификация поверхностей; погружения; вложенные сферы; условные поверхности; тор со свойством сферы.

Keywords: the surface of the 4-dimensional space; classification of surfaces; immersion; nested spheres; conditional surface; torus with the property sphere.

Поверхности 4-мерного евклидова пространства, [1], рассматриваются как частный случай поверхностей пространств произвольной размерности, основные положения о которых содержатся в [2, 3]. Общие свойства поверхностей пространства E^4 получены в [1, 4]. Отмечено семейство вложенных сфер фиксированного радиуса, многие из них являются цилиндрическими поверхностями. Указаны сферы и гиперboloиды как образы гипербол и окружностей. Приведено соотношение между радиусами условных сфер в композиции погружений. Обнаружена зависимость между функцией, задающей одну из замечательных поверхностей в E^4 , ее полной кривизной и метрической формой.

1. Виды поверхностей по числу параметров

Согласно [1], евклидово пространство E^4 размерности 4 содержит регулярные поверхности следующих видов. (I) 3-мерные 3-параметрические поверхности, заданные одной явной функцией $z = z(x^1, x^2, x^3)$; (II) 3-мерные 2-параметрические цилиндрические поверхности, заданные одной явной функцией $z = z(x^1, x^2)$; (III) 2-мерные 2-параметрические поверхности, заданные двумя явными функциями $z = z(x^1, x^2)$, $u = u(x^1, x^2)$; (IV) 3- и 2-мерные 1-параметрические поверхности, заданные соответственно одной и двумя явными функциями $z = z(x^1)$, $u = u(x^1)$. Коэффициенты формы кривизны гиперповерхностей (I) и (II) являются функциями коэффициентов метрической формы поверхности. Всякая 2-мерная 2-параметрическая поверхность (III) является 2-мерным пересечением двух 3-мерных цилиндрических поверхностей (II), причем, нормали 3-мерных цилиндрических поверхностей (II) есть нормали 2-мерной 2-параметрической поверхности (III).

В [8, с.186 пример 1], отмечается, что 1-поверхность есть кривая. Если подразумевается 1-параметрическая поверхность, то это неверно. 1-параметрическая поверхность

$y = \sqrt{1 - x^2}$ 3-мерного пространства является цилиндрической.

2. Сферы

В пространстве E^4 выбран ортонормированный репер $B = (O, e_1, e_2, e_3, e_4)$, замены реперов считаем дифференцируемыми. Гиперсфера $S^3(a)$ радиуса a с центром $(0, 0, 0, 0)$ пространства E^4 состоит из точек (x^1, x^2, x^3, x^4) , координаты которых удовлетворяют условию:

$$\sum_i (x^i)^2 = a^2.$$

Гиперсфера задана неявным уравнением. Это поверхность вида (I) в классификации из п.1. Явное уравнение верхней полугиперсферы таково:

$$z = \sqrt{a^2 - (x^1)^2 - (x^2)^2 - (x^3)^2}.$$

Запишем параметрические уравнения гиперсферы.

В подпространстве E^2 с репером $B = (O, e_1, e_2)$ лежит окружность $S^1(a)$ радиуса a :

$$r(x^1) = (a \cos x^1, a \sin x^1),$$

$$x^1 \in X^1 = [0, 2\pi) \subset \mathbf{R}^1. \quad (1)$$

Подпространство E^3 с репером $B = (O, e_1, e_2, e_3)$ содержит сферу $S^2(a)$ радиуса a :

$$r(x^1, x^2) = (a \cos x^1 \cos x^2, a \sin x^1 \cos x^2, a \sin x^2), \quad (2)$$

$$x^1 \in X^1, x^2 \in X^2, x^2 = [0, 2\pi), X^1 \times X^2 = D^2 \subset \mathbf{R}^2.$$

Пространство E^4 содержит гиперсферу $S^3(a)$ радиуса a :

$$r(x^1, x^2, x^3) = (a \cos x^1 \cos x^2 \cos x^3, a \sin x^1 \cos x^2 \cos x^3, a \sin x^2 \cos x^3, a \sin x^3), \quad (3)$$

$$x^3 \in X^3, x^3 = [0, 2\pi), D^2 \times X^3 = D^3 \subset R^3$$

Каждая сфера $S^i(a)$, $i=1,2,3$, является множеством точек пространства E^4 , соответственно вида $(x^1, x^2, 0, 0)$, $(x^1, x^2, x^3, 0)$, (x^1, x^2, x^3, x^4) , удовлетворяющих уравнениям (1), (2), (3). Выполняется

$$\begin{aligned} &(a \cos x^1 \cos x^2 \cos x^3)^2 + (a \sin x^1 \cos x^2 \cos x^3)^2 + (a \sin x^2 \cos x^3)^2 + a^2 \sin^2 x^3 = \\ &a^2((\cos x^1 \cos x^2)^2 + (\sin x^1 \cos x^2)^2 + \sin^2 x^2) \cos^2 x^3 + a^2 \sin^2 x^3 = \\ &a^2(((\cos^2 x^1 + \sin^2 x^1) \cos^2 x^2 + \sin^2 x^2) \cos^2 x^3 + a^2 \sin^2 x^3 = a^2. \end{aligned}$$

Сумма квадратов координат вектора $r(x^1, x^2, x^3)$ оказалась постоянной и равной a^2 . Этим свойством обладают векторы $r(x^1, x^2)$, $r(x^1)$. Функции (1), (2), (3) задают сферы соответственно в E^2 , E^3 , E^4 ; $E^2 \subset E^3 \subset E^4$. #

Точки $P(0,0,0, \pm a)$ являются полюсами сферы $S^3(a)$, ее экваториальная сфера есть $S^2(a)$, экватором сферы $S^2(a)$ является $S^1(a)$. Гиперсфера $S^3(a)$ есть 3-параметрическая поверхность F^3 с наибольшим возможным числом параметров. Сферы $S^i(a)$, $i=1,2,3$, являются i -параметрическими поверхностями в E^4 , как поверхности с числом параметров

1. ТЕОРЕМА. Пространство E^4 содержит семейство вложенных сфер $S^1(a) \subset S^2(a) \subset S^3(a)$ фиксированного радиуса a . # Выполняются равенства:

1 или 2, это цилиндрические поверхности; это поверхности вида (II) в классификации п.1. $S^2(a)$ имеет образующие, параллельные оси $\langle O, e_4 \rangle$, $S^2(a)$ имеет образующие, параллельные плоскости $\langle O, e_3, e_4 \rangle$. Вложенные сферы пространств произвольной размерности рассматриваются в [9].

3. Классическая сфера Веронезе

Известна 4-мерная сфера Веронезе $S^4(1)$ в 5-мерном пространстве, она является образом сферы $S^2(\sqrt{3})$ пространства E^3 в погружении $E^3 \rightarrow E^5$, см. [11, с. 246]. Пусть x, y, z ортогональные координаты в E^3 . Параметрические уравнения сферы Веронезе в пространстве E^5 в репере (O, e_1, \dots, e_5) таковы:

$$u^1 = \frac{1}{\sqrt{3}} yz, \quad u^2 = \frac{1}{\sqrt{3}} xz, \quad u^3 = \frac{1}{\sqrt{3}} xy, \quad u^4 = \frac{1}{2\sqrt{3}}(x^2 - y^2), \quad u^5 = \frac{1}{6}(x^2 + y^2 - 2z^2) \tag{4}$$

Для 4-мерной сферы Веронезе задания (4) выполняются равенства:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 3, \quad (u^1)^2 + (u^2)^2 + (u^3)^2 + (u^4)^2 + (u^5)^2 = 1 \tag{5}$$

Из первых трех параметрических уравнений (4) находим:

$$y^2 = \frac{\sqrt{3}u^1u^3}{u^2}, \quad x^2 = \frac{\sqrt{3}u^2u^3}{u^1}, \quad z^2 = \frac{\sqrt{3}u^1u^2}{u^3}$$

Этим погружение $E^3 \rightarrow E^5$ обращено, глобально оно не однозначно, но локально однозначно. С использованием первого из равенств (5) имеем уравнение поверхности Штейнера в неявном виде:

$$(u^2u^3)^2 + (u^1u^3)^2 + (u^1u^2)^2 = \sqrt{3}u^1u^2u^3$$

Это проекция сферы Веронезе в 3-мерное подпространство, [11, с. 246]. В рассматриваемом отображении

$E^3 \rightarrow E^5$ сфера $S^2(\sqrt{3})$ отображается на сферу

$S^4(1)$, а в обратном отображении сфера $S^4(1)$ отображается на поверхность Штейнера, не являющуюся сферой, поверхность Штейнера проходит через точку с координатами $(0,0,0,0,0)$.

Согласно [12], поверхность (4) является омбилической, во всех ее точках полная кривизна сохраняет положительный знак. Вместе с тем, рассмотренная поверхность Веронезе является условной сферой, т.е. сферой при выполнении условия $x^2 + y^2 + z^2 = 3$; см. (5). Но это поверхность 5-мерного пространства. Вернемся к поверхностям 4-мерного пространства.

4. Сфера Веронезе пространства E^4 .

Одна из условных поверхностей пространства E^4 рассмотрена в [9] как отображение $E^2 \rightarrow E^4$, описанное функцией

$$r(x, y) = (\sqrt{22}xy, x^2 - 2y^2, -2x^2 + y^2, x^2 - y^2). \quad (6)$$

Если в E^2 задано условие $x^2 + y^2 = 1$, то для точек (u^1, u^2, u^3, u^4) поверхности (6) выполняется равенство $(u^1)^2 + (u^2)^2 + (u^3)^2 + (u^4)^2 = 6$. Тем самым, поверхность (6) есть сфера Веронезе $S^3(\sqrt{6})$ пространства E^4 , иначе говоря – условная сфера в E^4 . Поверхность (6) является 2-параметрической F^2 , близка к виду (III), задана четырьмя 2-параметрическими функциями, но записана не в стандартном виде. Согласно п.2, сфера, точнее, гиперсфера, пространства E^4 является 3-параметрической. Пусть $x^2 + y^2 = C$ семейство концентрических окружностей в E^2 , $C \in R^+$. Значению $C = 0$ соответствует начало координат O . Указанные окружности заполняют плоскость E^2 . В отображении $E^2 \rightarrow E^4$ заполняется пространство E^4 , точку O неподвижна, [9].

5. Последовательные погружения

Подпространство $E^2 = \langle O, e_1, e_2 \rangle$ пространства E^4 отобразим само на себя, в котором рассмотрим сужение $E^2 \rightarrow E^2$:

$$\varphi: r(x, y) = (2xy, x^2 - y^2) = (p, q)$$

Примем условие $x^2 + y^2 = 2$. Тогда $p^2 + q^2 = (x^2 + y^2)^2 = 4$. В отображении

$$\psi: E^2 \rightarrow E^4, \text{ где } (p, q) \rightarrow (h, g, s, t) \text{ и } (p, q) \rightarrow (\sqrt{24}pq, p^2 - 2q^2, -2p^2 + q^2, p^2 - q^2),$$

выполняется соотношение

$$h^2 + g^2 + s^2 + t^2 = 6(p^2 + q^2)^2 = 6 \cdot 16$$

Имеем: $\varphi: S^1(\sqrt{2}) \rightarrow S^1(2)$,
 $\psi: S^1(2) \rightarrow S^3(4\sqrt{6})$, $\varphi\psi: S^1(\sqrt{2}) \rightarrow S^3(4\sqrt{6})$.

Запишем рассматриваемые поверхности в иной параметризации. Для этого заметим, что регулярная поверхность евклидова пространства E^3 может быть описана явной скалярной функцией $z = z(x, y)$, т.е. как по-

верхность-график, или векторной функцией, компонентами которой являются параметры и функции выбранных параметров, в рассматриваемом случае поверхность описывается функцией $r(x, y) = (x, y, z(x, y))$. Имея

отображение $E^2 \rightarrow E^2$, в котором $(x, y) \rightarrow (p, q) = (2xy, x^2 - y^2)$, здесь $p = 2xy, q = x^2 - y^2$, на основе только что сформулированного принципа записи отображения на множестве точек, вместе с отображением $E^2 \rightarrow E^2$ определяется сопутствующее отображение $\alpha: E^2 \rightarrow E^4$, записываемое в виде

$$\alpha: (x, y) \rightarrow (x, y, p, q) = (x, y, 2xy, x^2 - y^2),$$

т.е. выписываем в качестве компонент векторной функции параметры x, y и функции p, q выбранных параметров. Отображение $(p, q) \rightarrow (h, g, s, t)$, где

$$(p, q) \rightarrow (\sqrt{24}pq, p^2 - 2q^2, -2p^2 + q^2, p^2 - q^2),$$

описываемое функциями $h = \sqrt{24}pq, g = p^2 - 2q^2, s = -2p^2 + q^2, t = p^2 - q^2$, определяет сопутствующее отображение в виде $(p, q) \rightarrow (p, q, h, g, s, t)$, или

$$\beta: (p, q) \rightarrow (p, q, \sqrt{24}pq, p^2 - 2q^2, -2p^2 + q^2, p^2 - q^2);$$

таким образом, имеем $\beta: E^2 \rightarrow E^6$. Композиция записанных отображений α и β есть отображение

$$\alpha\beta = \gamma: (x, y) \rightarrow (x, y, p, q) \rightarrow (x, y, p, q, h, g, s, t), \text{ т.е. } \alpha\beta = \gamma: E^2 \rightarrow E^8$$

Отображение α обладает свойством: $x^2 + y^2 + p^2 + q^2 = 2 + (x^2 + y^2)^2 = 6$, при условии $x^2 + y^2 = 2$. Значит, образом сферы $S^1(\sqrt{2})$ плоскости E^2 является сфера $S^3(\sqrt{6})$ пространства E^4 :

$$\alpha: S^1(\sqrt{2}) \rightarrow S^3(\sqrt{6}),$$

соотношение между радиусами сфер

$$(\sqrt{2})^2 + 2^2 = (\sqrt{6})^2$$

Для отображения β имеем: $p^2 + q^2 + h^2 + g^2 + s^2 + t^2 = 4 + 96 = 100$,

$S^1(2) \rightarrow S^5(10)$, для радиусов сфер имеем соотношение: $(2)^2 + (\sqrt{96})^2 = (10)^2$.

В отображении $\alpha\beta = \gamma$:

$$x^2 + y^2 + p^2 + q^2 + h^2 + g^2 + s^2 + t^2 = 2 + 4 + 96 = 2 + 100 = 102$$

$$S^1(\sqrt{2}) \rightarrow S^3(\sqrt{6}) \rightarrow S^7(\sqrt{102})$$

Понятно, что выполняется следующая

2.ТЕОРЕМА. Если в отображении $\varphi: E^n \rightarrow E^m$ сфера $S^{n-1}(a)$ отображается на сферу $S^{m-1}(b)$, $\varphi: (x^1, \dots, x^n) \rightarrow (p^1(x^1, \dots, x^n), \dots, p^m(x^1, \dots, x^n))$, то определяется сопутствующее отображение $\sigma: E^n \rightarrow E^{n+m}$, в котором сфера $S^{n-1}(a)$ отображается на сферу $S^{n+m-1}(c)$, $\sigma: (x^1, \dots, x^n) \rightarrow (x^1, \dots, x^n, p^1(x^1, \dots, x^n), \dots, p^m(x^1, \dots, x^n))$; соотношение между радиусами исходной сферы и ее образов в отображениях φ и σ таково: $a^2 + b^2 = c^2$.

3.ТЕОРЕМА. Композиция $\varphi\psi$ отображений φ и ψ определяет композицию $\alpha\beta = \gamma$ сопутствующих отображений α и β ; отображение $\alpha\beta$ является сопутствующим для $\varphi\psi$.

Понятно, что сопутствующие отображения существуют для произвольных отображений, не обязательно омбилических.

6. Другие условные поверхности

Условные поверхности евклидовых пространств приведены в [новос3(10)15], указаны погружения гиперболы на гиперboloид, окружности на гиперboloид, тора на сферу. В погружении $E^2 \rightarrow E^4$, описываемом в параметризации

$$r(x, y) = (\sqrt{2}xy, x^2 - 2y^2, -2x^2 + y^2, x^2 + y^2) = (u_1, u_2, u_3, u_4)$$

при условии $x^2 - y^2 = 1$ получаем $u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 - u_4^2 = 4$; значит, гипербола $x^2 - y^2 = 1$ плоскости E^2 отображается на гиперboloид $u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 - u_4^2 = 4$ пространства E^4 .

7. Поверхность $u = xyz$.

Сначала укажем на аналогичную поверхность 3-мерного пространства описываемую функцией: $z = xy$

, ее векторное задание: $r(x, y) = (x, y, xy)$. Здесь

частные производные: $z_x = y, z_y = x$; коэффициенты метрической формы: $g_{11} = 1 + y^2, g_{12} = xy,$

$g_{22} = 1 + x^2$; $w = \det G = 1 + x^2 + y^2$. Коэффициенты формы кривизны: $b_{11} = b_{22} = 0,$

$b_{12} = 1/\sqrt{w}$, ее детерминант: $|Q| = \frac{1}{w} \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ w & 0 \end{vmatrix} = -\frac{1}{w} < 0$.

Для полной и средней кривизны поверхности $z = xy$ имеем:

$K = -\frac{1}{1 + x^2 + y^2} < 0, H = 0$. Поверхность является омбилической с отрицательной кривизной, средняя кривизна ее равна 0. См. [7].

Функция $u = xyz$ задает 3-параметрическую гиперповерхность F^3 в пространстве E^4 , ее векторное задание:

$$r(x, y, z) = (x, y, z, u(x, y, z)) = (x, y, z, xyz)$$

Это поверхность вида (I) в классификации поверхностей в п.1. Векторы касательных: $r_x = (1, 0, 0, yz),$

$r_y = (0, 1, 0, xz), r_z = (0, 0, 1, xy)$, поверхность обладает

единственной нормалью $v = (-yz, -xz, -xy, 1)$ в каждой точке, [3]. Коэффициенты метрической формы $\mu: g_{11} = 1 + y^2 z^2,$

$g_{22} = 1 + x^2 z^2, g_{33} = 1 + x^2 y^2, g_{12} = xyz^2,$

$g_{13} = xy^2 z, g_{23} = x^2 yz$. Детерминант метрической

формы и квадрат модуля вектора нормали поверхности

есть $w = v^2 = y^2 z^2 + x^2 z^2 + x^2 y^2 + 1$.

Производные второго порядка: $u_{11} = u_{22} = u_{33} = 0$, $u_{12} = z$, $u_{13} = y$, $u_{23} = x$; коэффициенты формы кривизны поверхности имеют вид $b_{ij} = z_{ij} / \sqrt{w}$, [3]. Получаем детерминант формы кривизны:

$$\det Q = \frac{1}{w} \begin{vmatrix} 0 & z & y \\ z & 0 & x \\ y & x & 0 \end{vmatrix} = 2 \frac{xyz}{w} = 2 \frac{u}{w}$$

Как известно, $K = \det Q / \det G$, $H = \text{trac } Q / \text{trac } G$. Для нашей поверхности:

$$K = 2 \frac{xyz}{(1 + x^2 y^2 + x^2 z^2 + y^2 z^2)^2}, H = 0.$$

Средняя кривизна поверхности нулевая. В трех направлениях $\langle O, e_1 \rangle$, $\langle O, e_2 \rangle$, $\langle O, e_3 \rangle$ поверхность $u = xyz$ имеет нулевую полную кривизну. Знак полной кривизны поверхности в каждой ее точке, за исключением точек осей координат Ox, Oy, Oz , совпадает со знаком функции $u = xyz$ в точке; а значение полной кривизны во всякой точке делится на детерминант метрической формы поверхности в этой точке. В сечениях поверхности плоскостями $x = \pm 1$, $y = \pm 1$, $z = \pm 1$ лежат гиперболические параболоиды 3-мерного пространства: $u = \pm yz$, $u = \pm xz$, $u = \pm xy$, полная кривизна каждой из них имеет постоянный отрицательный знак. Выполняется

4.ТЕОРЕМА. Поверхность $u = xyz$ содержит начало координат и в пересечении со всякой плоскостью, перпендикулярной осям Ox, Oy, Oz имеет 3-мерный гиперболический параболоид отрицательной полной кривизны.

8.Тор-сфера
 Параметризованный тор 4-мерного пространства E^4 указан в [10, с. 186, пример 2]. Пусть (x, y, z, t) ортогональные координаты в E^4 , сменив символику по сравнению с [10], опишем тор уравнениями:

$$x^2 + y^2 = 1, z^2 + t^2 = 1. (7)$$

Очевидно, для всякой точки (x, y, z, t) поверхности выполняется равенство

$$x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = 2.$$

Значит, поверхность, описываемая уравнениями (7) в пространстве E^4 является сферой $S^3(\sqrt{2})$ ради-

уса $\sqrt{2}$, ее центр совпадает с началом репера. Тем самым, тор Дж. Торпа является и гиперсферой

$t = \sqrt{2 - x^2 - y^2 - z^2}$. В сопутствующей параметризации тор (7) описывается функцией

$(x, y, z, t, \sqrt{1 - x^2}, \sqrt{1 - z^2})$, является поверхностью в E^6 , параметры y, t от параметров x, z не зависят, поэтому поверхность 2-параметрическая и цилиндрическая, образующие ее параллельны плоскости $\langle O, e_2, e_4 \rangle$. Согласно [8], эта поверхность есть пересечение $F_1^1 \cap F_2^1$ двух цилиндрических 1-параметрических поверхностей, где $F_1^1: r(x, y, z, t) = (x, y, z, t, \sqrt{1 - x^2}, 0)$, параметр x , в плоскости $\langle O, e_1, e_5 \rangle$ это линия $r(x) = (x, \sqrt{1 - x^2})$ параметра x , $F_2^1: r(x, y, z, t) = (x, y, z, t, 0, \sqrt{1 - z^2})$, параметр z , в плоскости $\langle O, e_3, e_6 \rangle$ это линия $r(z) = (z, \sqrt{1 - z^2})$ параметра z . В пространстве E^4 поверхность (7) может быть описана функцией $(x, z, \sqrt{1 - x^2}, \sqrt{1 - z^2})$. Это поверхность вида (IV) в классификации п.1.

В погружении $E^n \rightarrow E^m$ сфера может отображаться на тор. [6]

9. Еще отображения поверхностей

Далее, зададим погружение $E^2 \rightarrow E^4$ функциями:

$$u^1 = axy, u^2 = x^2 - 2y^2, u^3 = -2x^2 + y^2, u^4 = x^2 + y^2,$$

и выберем условие $x^2 - y^2 = 1$. При $a = \sqrt{2}$ вычисляем:

$$(u^1)^2 + (u^2)^2 + (u^3)^2 - (u^4)^2 = 4(x^2 - y^2) = 4.$$

Гипербола отобразилась на гиперболоид пространства E^4 . При $a = \sqrt{18}$ и условии $\sum_i (u^i)^2 = 6$ вычисляем $x^2 + y^2 = 1$. В этом случае окружность отобразилась на сферу.

В [7] рассмотрено погружение $E^4 \rightarrow E^6$, в котором $E^4 \ni (x, y, z, t) \rightarrow (u^1, \dots, u^6) \in E^6$, задано функциями:

$$u^1 = 3\sqrt{2}xy, u^2 = x^2 - 2y^2, u^3 = -2x^2 + y^2, u^4 = 3\sqrt{2}zt, u^5 = z^2 - 2t^2, u^6 = -2z^2 + t^2.$$

Образом тора (7) является сфера $S^5(\sqrt{10})$,
 $\sum_i (u^i)^2 = 10$

Таким образом, в погружениях $E^n \rightarrow E^m$ вы-
 бранные условия и образы ведут себя непредсказуемо.

Список литературы

1. Долгарев И.А. и Долгарев А.И. Поверхности евклидова пространства размерности 4. IX Международная научно-практическая конференция: «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия» (Новосибирск, 13 – 14 03. 2015) часть 4. Техн.науки, философия, сельхознауки, хим-науки, физмат науки. № 2(9), Новосибирск, 2015. С. 30 – 33.
2. Долгарев А.И. Многомерные поверхности I. Выражение коэффициентов второй квадратичной формы евклидовой поверхности через коэффициенты первой квадратичной формы.// *Materialy X Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji "Moderni vymozenosti vedy – 2014"*, Dil 34. Matematika. Fyzyka. Praha. Publishing House "Education and Skience". s.r.o. – 2014. С. 30 – 40.
3. Долгарев А.И. Простая тория евклидовых поверхностей произвольной размерности. // Международный научный институт «EDUCATIO» Ежемесячный научный журнал № 3/2014, часть 6. Новосибирск, С. 58 – 61.
4. Долгарев А.И. Пересечения цилиндрических поверхностей в 4-мерном евклидовом пространстве. *Materialy X Mezinarodni vedecko-prakticka conference "AKTUALNI VYMOZENOSNI VEDY – 2014"*, 27.06.2014. DIL 13. Matematika. Fyzika. - Praha: Publishing House "Education and Skience". s.r.o. – 2014. P. 24 – 36.
5. Долгарев А.И. 2-поверхности 4-мерного евклидова пространства. // *Materialy X Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji "Aktualne problem*
6. Долгарев А.И. Гиперсферы и сферы Веронезе. Условная сфера как образ тора и другие условные поверхности. // X Международная научно-практическая конференция: «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия» (Новосибирск, 17 – 18. 04. 2015) часть 9. Хим.науки, науки о земле, физмат науки, психо-науки. № 3(10), Новосибирск, 2015. – С. 42 – 45.
7. Долгарев А.И. Характеризация омбилических погружений. Соприкосновение с омбилическими поверхностями в 3-мерном пространстве.// XVI Международная научно-практическая конференция «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке» (Россия, г. Москва, 29 – 30. 04. 2015). Ежемесячный научный журнал «Prospero» № 4(16), М.: 2015. – С. 4 – 7.
8. Долгарев А.И. Цилиндрические поверхности многомерных пространств.// IV Международная научно-практическая конференция «Современные научные исследования: инновации и опыт» Межотраслевой институт «Наука и образование». № 4. Новосибирск, 2014. – С. 19 – 22.
9. Долгарев А.И. Вложенные сферы одного радиуса евклидовых пространств. Сравнение со сферами Веронезе.// X международная научно-практическая конференция: «Современные научные исследования: инновации и опыт». Международный институт «Наука и образование». Ежемесячный научный журнал. № 3(10)/ Екатеринбург, 2015.– С.5 – 7.
10. Торп Дж. Начальные главы дифференциальной геометрии. Волгоград: «Платон», 1998 – 360с.
11. Кривошапка С.Н., Иванов В.Н. Энциклопедия аналитических поверхностей. /С.Н.Кривошапка, В.Н.Иванов – М. Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 360 с.
12. Фоменко В.Т. Омбилические поверхности евклидовых пространств. / В.Т.Фоменко – Таганрог, ТПГИ, 2009. – 142 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ В ФОРМИРОВАНИИ И РАЗВИТИИ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ

Копанева А. А.

К. ф.-м. н., доцент, Московского Государственный университет технологий и управления им. К.Г.Разумовского (ПКУ), г. Москва

Бурлакова Е. А.

К. ф.-м. н., доцент, Госуниверситет – УНПК, г. Орел

SOME ASPECTS IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF PROBABILISTIC NUMBER THEORY

A. A. Kopaneva, Candidate of Phys.-M. D., associate Professor, Moscow State University of technologies and management. K. G. Razumovsky, (PKU), Moscow

E. A. Burlakova, Candidate of Phys.-M. D., associate Professor, State University – UNPK, Ore

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ становления вероятностной теории чисел как самостоятельного научного направления математики, лежащей на стыке теории чисел и теории вероятностей, начиная с XIX и заканчивая XX веком. Рассматривается вопрос об истории возникновения термина вероятностной теории чисел, а также его неформального и фактического определения. Определяются границы данной научной дисциплины и обосновывается тезис о том, что ее следует считать, как составную часть и отдельное направление современной аналитической теории чисел.

ABSTRACT

In the article the analysis of the formation of probabilistic number theory as an independent scientific direction of mathematics, lying at the crossroads of number theory and probability theory, starting with the XIX century and ending with the XX century. The article considers the question about the origin of the term probabilistic number theory, as well as its informal and the actual definition. Defines the limits of this scientific discipline and substantiates the thesis that it should be considered as an integral part of and separate direction of modern analytic number theory.

Ключевые слова: теория чисел, теория вероятностей, вероятностная теория чисел, метод характеристических функций, метод тригонометрических сумм, метод сглаживания, дисперсионный метод, метод моментов, теория мультипликативных функций, дисперсионный метод.

Keywords: number theory, probability theory, probabilistic number theory, the method of characteristic functions, the method of trigonometric sums, method of smoothing, variance method, method of moments, theory of multiplicative functions, the dispersion method.

Рассматривая предысторию вопроса о возникновении вероятностной теории чисел можно говорить о том, что хотя основные результаты в этой области были получены только в XX веке, методы зародились в исследованиях по теории чисел и по теории вероятностей в работах математиков XIX века. В связи с этим интересно проследить истоки этих методов. В общей постановке эта задача становится слишком обширной поэтому в статье рассматривается лишь некоторые труды крупнейших отечественных математиков, вклад которых является очень весомым и даже можно сказать определяющим.

Михаил Васильевич Остроградский (1801-1861). Его деятельность в области теории чисел включает в себя публичные лекции, содержавшие первый полный курс элементарной теории чисел на русском языке. Кроме того, он представил таблицы первообразных корней всех простых чисел < 200 в Академию наук в 1836г. По теории вероятностей М.В.Остроградский опубликовал 6 статей. Они посвящены вопросам теории ошибок, страховому делу, теории производящих функций.

Виктор Яковлевич Буняковский (1804-1889) (ученик М.В. Остроградского) опубликовал более сорока статей по теории чисел. В этой области он занимался вопросами, относящимися к теории сравнений с приложениями к разложению чисел на множители, квадратичными вычетами и квадратичным законом взаимности, выводом арифметических тождеств и изучением свойств арифметических функций с помощью рядов и бесконечных произведений.

Заметим, что в работе «Об остаточных сравнениях третьей степени» он вводит в отечественную математическую литературу термины «простое число», «сравнение», «первообразный корень» (1833).

Важнейшее место в деятельности В.Я.Буняковского занимают труды по теории вероятностей. Его сочинение "Основания математической теории вероятностей" (1846) содержит, кроме оригинального изложения самой теории вероятностей, историю возникновения и развития этой науки и множество ее приложений к страхованию, демографии и т.п.

Пафнутий Львович Чебышев (1821-1894). Теории

чисел посвящены его работы «Об определении числа простых чисел, не превосходящих данной величины» (1849) и «О простых числах» (1852), где он получил правильные по порядку оценки для количества простых чисел, не превосходящих любого заданного значения x . В частности, в этой работе он доказал постулат Бертрана. Мемуар «Об одном арифметическом вопросе» (1866) посвящен вопросу о диофантовых приближениях линейным многочленом. По теории чисел у П.Л.Чебышева есть еще несколько работ, которые посвящены квадратичным формам и рядам, члены которых зависят от простых чисел.

Среди исследований П.Л.Чебышева по теории вероятностей особенное значение имела работа «О средних величинах» (1866), где было дано строгое и элементарное доказательство классической теоремы вероятности, о том, что вероятность фиксированного положительного отклонения среднего значения независимых случайных величин от среднего значения их математических ожиданий стремится к нулю при неограниченном возрастании количества случайных величин, если только они имеют дисперсии, ограниченные в совокупности. Сейчас эта теорема называется законом больших чисел.

Другим в области теории вероятностей был мемуар «О двух теоремах относительных вероятностей» (1887). В нем впервые в общей форме доказана центральная предельная теорема и рассмотрен метод моментов, один из важнейших методов теории вероятностей и вероятностной теории чисел, а открытое им знаменитое «неравенство Чебышева» явилось не только выдающимся достижением, но и несло в себе зачатки двух важных методов в теории чисел. Имеется в виду метод «сглаживания» И.М.Виноградова, примененного им при оценках тригонометрических сумм, а также дисперсионный метод Тюррана-Линника.

Андрей Андреевич Марков (1856-1922). К теории чисел относится работа А.А.Маркова «О простых делителях чисел вида $4x^2 + 1$ » (1895), в которой на основании неопубликованных записей П.Л. Чебышева дается подход к доказательству знаменитой теореме о том, что среди чисел вида $4n^2 + 1$ содержится бесконечно много таких,

которые имеют большой простой делитель величина которого существенно превосходит n . Заметим, что явные оценки скорости роста в дальнейшем получены Т.Нагеллом в 1921г. и П.Эрдешем в 1952г. И, наконец, К.Хооли установил, что величина P_N имеет степенной порядок роста не меньший чем величина $N^{1,1}$ [6].

В теории вероятностей труды А.А.Маркова привели к коренному преобразованию содержания всей этой науки и дали толчок к созданию и последующему развитию основного в настоящее время раздела теории вероятностей - теории стохастических процессов.

Сопоставляя арифметические и вероятностные аспекты в деятельности крупнейших российских математиков дореволюционного периода можно сказать, что с одной стороны прямого воздействия вероятностного подхода к арифметическим исследованиям не наблюдается. С другой стороны, в этих областях математики обнаруживается применение общих подходов и общих математических методов, что можно рассматривать как проявление единства математической научной основы данных математических дисциплин.

Родственные постановки проблем в арифметике и теории вероятностей способствовали использованию одних и тех же или похожих методов для их изучения. Здесь, прежде всего, следует указать на метод производящих функций и различные комбинаторные соображения, включая изучение свойств биномиальных коэффициентов. Тем не менее, время широкого арифметического применения таких методов, как метод характеристических функций, метод тригонометрических сумм, метод сглаживания, дисперсионный метод, метод моментов как методов, имеющих теоретико-вероятностные истоки, еще не наступило.

Рассматривая основные этапы формирования и развития направлений вероятностной теории чисел в XX веке, а также анализируя результаты научной деятельности ученых работавших в данном направлении, можно показать своеобразие применения вероятностно подхода в решении поставленных ими задач. К числу арифметических проблем, в изучении которых применение вероятностных методов оказалось особенно эффективным, можно выделить задачи мультипликативной теории чисел. Сюда входят, прежде всего, задачи нахождения предельных законов распределения значений мультипликативных и аддитивных функций.

Первый нетривиальный результат, посвященный вопросам распределения значений аддитивных функций, касающийся распределения значений аддитивной функции $V(n)$, равной количеству различных простых делителей числа n , был получен в 1917 году в работах Г.Харди (1877-1947) и С.Рамануджана (1887-1920) [5]. В дальнейшем доказательство утверждения Г.Харди и С.Рамануджана было упрощено и обобщено П.Тураном (1934) и Й.П.Кубилюсом (1955). Заметим, что термин «вероятностная теория чисел» был впервые употреблен Й.П.Кубилюсом в его докторской диссертации 1957.

Вопросы содержания и применения вероятностных методов к теории мультипликативных функций подробно

освещены в книге М.Каца «Статистическая независимость в теории вероятностей, анализе и теории чисел» (1963) [1].

Важное значение для формирования методов вероятностной теории чисел имели работы Ю.В.Линника (1915-1972). Можно сказать, что завершением оформления вероятностной теории чисел в отдельное научное направление в математике следует считать его книгу «Дисперсионный метод в бинарных аддитивных задачах» (1961).

Работы Ю.В.Линника по дисперсионному методу позволили обратиться к решению задач теории чисел, которые ранее были недоступны. Он в систематической форме соединил понятие дисперсии с идеей сглаживания и на этой основе впервые дал безусловное решение некоторых бинарных аддитивных проблем с простыми числами, включая известную проблему Харди-Литтлвуда о представлении натуральных чисел суммой простого и двух квадратов. Дисперсионные соображения П.Турана, которые ранее применялись в основном к задачам распределения значений арифметических функций, Ю.В.Линник, тем самым, адаптировал к исследованию классических диофантовых уравнений [3].

Еще одно важное направление вероятностной теории чисел связано с применением метода моментов при нахождении предельных законов распределения для сумм от «колеблющихся арифметических функций». Первый результат подобного типа получили Р.Форте (1940) и М.Кац (1946), которые доказали, что сумма значений периодической функции от лакунарной последовательности в пределе подчиняется нормальному закону распределения вероятностей [7]. С помощью нового метода А.Г.Постников и М.П. Минеев оценили скорость сходимости к предельному распределению, а в дальнейшем ими было установлено, что модуль «короткой» рациональной тригонометрической суммы подчиняется закону распределения, который сходится к показательному при возрастании знаменателя суммы [4].

В настоящее время проблемы нахождения предельного распределения для «коротких» сумм арифметических функций исследуются В.Н.Чубариковым и его школой. При этом обнаружилось, что вид конкретного распределения может подчиняться не только закону Гаусса, но и другим законам.

Литература

1. Кац М. Статистическая независимость в теории вероятностей, анализе и теории чисел, М., 1963.
2. Кубилюс Й.П. Вероятностные методы в теории чисел // Госполитнучиздат Литов.ССР, Вильнюс. 1962.
3. Линник Ю.В. Избранные труды - Л., Наука, 1979.
4. Постников А.Г. Избранные труды / Под. ред. В.Н.Чубарикова. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2005.
5. Delange H. Probabilistic Number Theory // Ramanujan Revisited: proceedings of the centenary conference University of Illinois at Urbana-Champaign, June 1-5, 1987.
6. Hooley C. On the greatest prime factor of a quadratic polynomial. Acta. Math., 117 (1967), 281-299.
7. Кас М. Probability methods in some problems of analysis and number theory, Bull. Amer. Math. Soc., 55 (1949), 641-665.

О ДРУГОМ ВАРИАНТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УРАВНЕНИЯ РИККАТИ

Чочиев Тимофей Захарович

Южный математический институт Владикавказского научного центра Российской Академии Наук,
Республики Северная Осетия – Алания. Старший научный сотрудник, кандидат физико – математических наук.

OF OTHER OPTIONS STUDY THE RICCATI EQUATION

Chochiev Timothy Zakharovich, South Mathematical Institute of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and the Republic of North Ossetia - Alania.

Senior Researcher, candidate of physico - mathematical sciences.

АННОТАЦИЯ

Более коротким и доступным путем изучается уравнение Риккати. Устанавливается в явной форме его решение. В данном варианте замечательны доказательства трех тождеств, о которых до сих пор ничего не было известно. Решается пример предоставленный самим Риккати. Решается линейное уравнение второго порядка с переменными коэффициентами.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, решение, линейность, нелинейность, порядок, удовлетворение, выполнимость, понижение порядка, переменные коэффициенты, класс Риккати.

В работе [3, 4] подробно было изучено уравнение Риккати [1, 2]. Было установлено условие, выполнимость которого гарантирует решение в квадратурах. Доказывается выполнимость условия. В настоящем продолжаем изучать то же уравнение, но более коротким путем, в упрощенной форме доказывается решение, доказывается наличие трех тождеств, связанных с решением уравнения Риккати. В качестве примера приводим специальное уравнение Риккати, для которого устанавливается решение в квадратурах. Полученные результаты применены к линейному уравнению второго порядка с переменными коэффициентами, как с целью построения общего решения, так и существующей тесной связи между решением линейного уравнения, и решения нелинейного уравнения Риккати.

ABSTRACT

Shorter and more affordable by studying Riccati equation. Set in an explicit form of its decision. In this embodiment, three remarkable proof of identities, which still did not know anything. Solved example provided by the Riccati. Solve linear equations of second order with variable coefficients.

Keywords: differential equation, the solution, linear, nonlinear, order, satisfaction, satisfaction, reduction of order, variable coefficients, Class Riccati.

In [3, 4] have been studied in detail Riccati equation [1,2]. It was found a condition, which ensures the feasibility of the solution in quadratures. We prove that condition. This continuing to study the same equation, but a shorter way, in a simplified form is proved by the decision proved the existence of three identities associated with the solution of the Riccati equation. As an example, we give special Riccati equation for which the solution is installed in quadrature. The results are applied to the second order linear equations with variable coefficients, both for building the solution, and there are close links between the solution of linear equations and solutions of the nonlinear Riccati equation.

П.1. О тождествах уравнения Риккати.

Упомянутое уравнение зададим в общей форме

$$l' + A(x)l^2 + B(x)l + C(x) = 0, \quad (1.1)$$

где l – искомая функция, A, B , и C заданные непрерывно дифференцируемые функции. (1.1) допускает ещё представление вида

$$l' + A(l - \lambda_1)(l - \lambda_2) = 0 \left(\lambda = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, B^2 - 4AC > 0 \right), \quad (1.2)$$

где λ_1 и λ_2 корни квадратного трёхчлена (1.1).

Пусть l даётся формулой

$$l = e^{-\int_0^x (A\lambda - h) dx} \left(l_0 + \int_0^x (A\lambda - h) \lambda e^{\int_0^x (A\lambda - h) dx} dx \right) = \begin{cases} e^{-\int_0^x (A\lambda_1 - h) dx} \left(l_0 + \int_0^x (A\lambda_1 - h) \lambda_1 e^{\int_0^x (A\lambda_1 - h) dx} dx \right) \lambda = \lambda_1, \\ e^{-\int_0^x (A\lambda_2 - h) dx} \left(l_0 + \int_0^x (A\lambda_2 - h) \lambda_2 e^{\int_0^x (A\lambda_2 - h) dx} dx \right) \lambda = \lambda_2, \end{cases} \quad (1.3)$$

где l_0 – постоянная, а $h(x)$ решение нелинейного уравнения

$$h' - h^2 + A^*h + B^* = 0, \quad (1.4)$$

причем

$$A^* = A(\lambda_1 + \lambda_2) - \frac{A'}{A}, B^* = -A^2\lambda_1\lambda_2 - A(\lambda_1 + \lambda_2)'$$

Справедлива следующая теорема.

Теорема 1: Если в равенстве (1.2) $l(x)$ определяется формулой (1.3), $h(x)$ удовлетворяет уравнению (1.4), то имеет место тождественная выполнимость равенств:

$$\begin{cases} 1) e^{-\int(A\lambda_1-h)dx} \left(l_0 + \int(A\lambda_1-h)\lambda_1 e^{\int(A\lambda_1-h)dx} dx \right) \\ = e^{-\int(A\lambda_2-h)dx} \left(l_0 + \int(A\lambda_2-h)\lambda_2 e^{\int(A\lambda_2-h)dx} dx \right) \\ 2) l' + A(l-\lambda_1)(l-\lambda_2) = 0, \\ 3) Al + h = A(\lambda_1 + \lambda_2). \end{cases} \quad (1.5)$$

Доказательство.

1) Первое равенство (1.5) переписывается

$$e^{-\int_0^x A(\lambda_1-\lambda_2)dx} \left[l_0 + \int_0^x (A\lambda_1-h)\lambda_1 e^{\int_0^x (A\lambda_1-h)dx} dx \right] = l_0 + \int_0^x (A\lambda_2-h)\lambda_2 e^{\int_0^x (A\lambda_2-h)dx} dx,$$

или, дифференцируя, а потом сгруппировав, получим:

$$-A(\lambda_1 - \lambda_2) \left[l_0 + \int_0^x (A\lambda_2 - h)\lambda_2 e^{\int_0^x (A\lambda_2 - h)dx} dx \right] = [-A(\lambda_1^2 - \lambda_2^2) + h(\lambda_1 - \lambda_2)] e^{\int_0^x (A\lambda_2 - h)dx} dx.$$

Или, сократив на $\lambda_1 - \lambda_2$ и ещё раз продифференцировав,

$$\frac{A'}{A} [h - A(\lambda_1 + \lambda_2)] - A(A\lambda_2 - h)\lambda_2 = [h - A(\lambda_1 + \lambda_2)]' + (A\lambda_2 - h)[h - A(\lambda_1 + \lambda_2)].$$

Отсюда после группировки следует:

$$h' - h^2 + \left[A(\lambda_1 + \lambda_2) - \frac{A'}{A} \right] h - A^2\lambda_1\lambda_2 - A(\lambda_1 + \lambda_2)' = 0.$$

Но последнее есть уравнение (1.4), которое по условию удовлетворяет.

2) Второе равенство (1.5) умножим на $(\lambda_1 - \lambda_2)$

$$(\lambda_1 - \lambda_2)l' = -A(\lambda_1 - \lambda_2)(l - \lambda_1)(l - \lambda_2)$$

и снова его переписываем в равносильной форме

$$l'l' - l'l' + (\lambda_1 - \lambda_2)l' = -A(\lambda_1 - \lambda_2)(l - \lambda_1)(l - \lambda_2) \Rightarrow l'(l - \lambda_2) - l'(l - \lambda_1) = -A(\lambda_1 - \lambda_2)(l - \lambda_1)(l - \lambda_2) \quad (1.6)$$

Очевидно, последнее есть уравнение (1.2). С другой стороны, из (1.3) следует:

$$l' = \begin{cases} -(A\lambda_1 - h)l + (A\lambda_1 - h)\lambda_1 = -(A\lambda_1 - h)(l - \lambda_1) \quad \lambda = \lambda_1, \\ -(A\lambda_2 - h)l + (A\lambda_2 - h)\lambda_2 = -(A\lambda_2 - h)(l - \lambda_2) \quad \lambda = \lambda_2. \end{cases} \quad (1.7)$$

Отсюда замечаем, что

$$\begin{aligned} l'(l - \lambda_2) &= -(A\lambda_1 - h)(l - \lambda_1)(l - \lambda_2) \quad \lambda = \lambda_1, \\ l'(l - \lambda_1) &= -(A\lambda_2 - h)(l - \lambda_2)(l - \lambda_1) \quad \lambda = \lambda_2, \end{aligned} \quad (1.8)$$

и подставляя значения в левую часть (1.6) получим:

$$-(A\lambda_1 - h)(l - \lambda_1)(l - \lambda_2) + (A\lambda_2 - h)(l - \lambda_2)(l - \lambda_1) = -A(\lambda_1 - \lambda_2)(l - \lambda_1)(l - \lambda_2),$$

или, сокращая на $(l - \lambda_1)(l - \lambda_2)$, придём к тождеству

$$-A(\lambda_1 - \lambda_2) = -A(\lambda_1 - \lambda_2).$$

То есть, (1.3) является решением уравнения (1.2), или уравнения (1.1).

3) В третьем равенстве выражения (1.5),

$$Al + h = A(\lambda_1 + \lambda_2),$$

вместо l подставим одно из значений выражения (1.3) (пусть будет случай, когда $\lambda = \lambda_2$), будем иметь:

$$Ae^{-\int_0^x (A\lambda_2-h)dx} \left(l_0 + \int_0^x (A\lambda_2-h)\lambda_2 e^{\int_0^x (A\lambda_2-h)dx} dx \right) = A(\lambda_1 + \lambda_2) - h,$$

или

$$l_0 + \int_0^x (A\lambda_2 - h)\lambda_2 e^{\int_0^x (A\lambda_2 - h)dx} dx = \left(\lambda_1 + \lambda_2 - \frac{h}{A} \right) e^{\int_0^x (A\lambda_2 - h)dx}.$$

Отсюда после дифференцирования,

$$\left(\lambda_1 + \lambda_2 - \frac{h}{A} \right)' + (A\lambda_2 - h) \left(\lambda_1 + \lambda_2 - \frac{h}{A} \right) = (A\lambda_2 - h)\lambda_2,$$

и приведя подобные члены получим уравнение,

$$h' - h^2 - \left[\frac{A'}{A} - A(\lambda_1 + \lambda_2) \right] h - A^2 \lambda_1 \lambda_2 - A(\lambda_1 + \lambda_2)' = 0,$$

совпадающее с (1.4) и которое удовлетворяет. Что и требовалось.

Итак, если l дается формулой (1.3), $h(x)$ -решение уравнения (1.4), то (1.3) удовлетворяет уравнению (1.2), или (1.6); тождественно выполняются первое и третье равенства выражения (1.5).

Остается установить выполнимость уравнения (1.4), допускающее представление вида

$$h' - (h - \lambda_1^*)(h - \lambda_2^*) = 0, \lambda^* = \frac{A^* \pm \sqrt{A^{*2} + 4B^*}}{2}. \quad (1.9)$$

П. 2. О решении уравнения (1.9).

Решение уравнения (1.9) будем искать в виде

$$h(x) = \begin{cases} e^{\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} \left(C_1(x) - \int_0^x (\lambda_1^* + h_0) \lambda_1^* e^{-\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} dx \right) \lambda = \lambda_1, \\ e^{\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} \left(C_2(x) - \int_0^x (\lambda_2^* + h_0) \lambda_2^* e^{-\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} dx \right) \lambda = \lambda_2, \end{cases} \quad (2.1)$$

где $C_1(x)$ и $C_2(x)$ – искомые функции, а h_0 – неизвестная постоянная. Из (2.1) следует:

$$h'(x) = \begin{cases} (\lambda_1^* + h_0)(h(x) - \lambda_1^*) + C_1'(x) e^{\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx}, \\ (\lambda_2^* + h_0)(h(x) - \lambda_2^*) + C_2'(x) e^{\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx}. \end{cases} \quad (2.2)$$

Или

$$\begin{aligned} \frac{h'}{h - \lambda_1^*} &= \lambda_1^* + h_0 + \frac{C_1'(x)}{h - \lambda_1^*} e^{\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} \\ \frac{h'}{h - \lambda_2^*} &= \lambda_2^* + h_0 + \frac{C_2'(x)}{h - \lambda_2^*} e^{\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} \end{aligned} \quad (2.2),$$

С другой стороны, уравнение (1.9) допускает себя переписать

$$hh' - hh' + (\lambda_1^* - \lambda_2^*)h' = (\lambda_1^* - \lambda_2^*)(h - \lambda_1^*)(h - \lambda_2^*),$$

или, сгруппировав левую часть,

$$(h - \lambda_2^*)h' - (h - \lambda_1^*)h' = (\lambda_1^* - \lambda_2^*)(h - \lambda_1^*)(h - \lambda_2^*),$$

и разделив обе части на $(h - \lambda_1^*)(h - \lambda_2^*)$ получим равносильное (1.9) соотношение

$$\frac{h'}{h - \lambda_1^*} - \frac{h'}{h - \lambda_2^*} = \lambda_1^* - \lambda_2^*, \quad (2.3)$$

которое с учетом (2.2), переписывается

$$\frac{C_1'(x)}{h - \lambda_1^*} e^{\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} = \frac{C_2'(x)}{h - \lambda_2^*} e^{\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx}. \quad (2.4)$$

Поскольку $C_1'(x)$ и $C_2'(x)$ неизвестны, то (2.4) будет тождеством (см. (2.1)), если

$$\frac{C_1'(x)}{h - \lambda_1^*} = e^{\int_0^x \lambda_2^* dx}, \quad \frac{C_2'(x)}{h - \lambda_2^*} = e^{\int_0^x \lambda_1^* dx}. \quad (2.4),$$

Или с учётом (2.1)

$$\begin{aligned} C_1'(x) &= \left[e^{\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} \left(C_1(x) - \int_0^x (\lambda_1^* + h_0) \lambda_1^* e^{-\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} dx \right) - \lambda_1^* \right] e^{\int_0^x \lambda_2^* dx}, \\ C_2'(x) &= \left[e^{\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} \left(C_2(x) - \int_0^x (\lambda_2^* + h_0) \lambda_2^* e^{-\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} dx \right) - \lambda_2^* \right] e^{\int_0^x \lambda_1^* dx}. \end{aligned}$$

Отсюда следуют дифференциальные равенства

$$\begin{cases} C_1'(x) - e^{\int_0^x (\lambda_1^* + \lambda_2^* + h_0) dx} C_1(x) = H_1(x), \\ C_2'(x) - e^{\int_0^x (\lambda_1^* + \lambda_2^* + h_0) dx} C_2(x) = H_2(x), \end{cases} \quad (2.5)$$

где

$$\begin{aligned} H_1(x) &= -e^{\int_0^x \lambda_2^* dx} \left[\lambda_1^* + e^{\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} \int_0^x (\lambda_1^* + h_0) \lambda_1^* e^{-\int_0^x (\lambda_1^* + h_0) dx} dx \right], \\ H_2(x) &= -e^{\int_0^x \lambda_1^* dx} \left[\lambda_2^* + e^{\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} \int_0^x (\lambda_2^* + h_0) \lambda_2^* e^{-\int_0^x (\lambda_2^* + h_0) dx} dx \right]. \end{aligned}$$

Следовательно,

$$\begin{cases} C_1(x) = e^{\int_0^x e^{\int_0^x (\lambda_1^* + \lambda_2^* + h_0) dx} dx} \left(\gamma_0 + \int_0^x H_1(x) e^{-\int_0^x e^{\int_0^x (\lambda_1^* + \lambda_2^* + h_0) dx} dx} dx \right), \\ C_2(x) = e^{\int_0^x e^{\int_0^x (\lambda_1^* + \lambda_2^* + h_0) dx} dx} \left(\gamma_0 + \int_0^x H_2(x) e^{-\int_0^x e^{\int_0^x (\lambda_1^* + \lambda_2^* + h_0) dx} dx} dx \right), \end{cases} \quad (2.6)$$

удовлетворяют соответственно уравнениям (2.5), или (2.4),. Но тогда (2.4), или равенство (2.3), согласно (2.2), также удовлетворяет тождественно; то есть, (1.9) выполняется тождественно. Этим теорема 1 доказана.

Таким образом, функция $h(x)$, определенная формулой (2.1), где $C_1(x)$ и $C_2(x)$ выражаются соответственно через (2.6), удовлетворяет уравнению (2.3), или уравнению (1.9); функция $l(x)$, определенная через (1.3), удовлетворяет уравнению (1.6), или что тоже самое, уравнению (1.2), где $h(x)$ решение (1.4), или (1.9). Этим доказана тождественная выполнимость (1.5).

Нужно ещё уточнить h_0 входящей в (2.1) и неизвестных постоянных γ_0 и l_0 (см. (1.3) и (2.6); нахождение которых связано со значением функции $h(x)$ и $l(x)$ в нулевой точке.

$$\begin{aligned} [\lambda_1^*(0) + h_0][h(0) - \lambda_1^*(0)] + \gamma_0 - \lambda_1^*(0) &= [\lambda_2^*(0) + h_0][h(0) - \lambda_2^*(0)] + \gamma_0 - \lambda_2^*(0) \Rightarrow \\ \Rightarrow [\lambda_1^*(0) - \lambda_2^*(0)]h(0) - \lambda_1^{*2}(0) + \lambda_2^{*2}(0) - h_0(\lambda_1^*(0) - \lambda_2^*(0)) &= \lambda_1^*(0) - \lambda_2^*(0) \Rightarrow h(0) - h_0 \\ &= 1 + \lambda_1^*(0) + \lambda_2^*(0). \end{aligned}$$

Считая, что $h_0 = -h(0)$ для $h(0)$ будем иметь:

$$h(0) = \frac{1 + \lambda_1^*(0) + \lambda_2^*(0)}{2}. \quad (2.7)_1$$

Третье тождество выражения (1.5) дает:

$$h(0) = A(0)[\lambda_1(0) + \lambda_2(0) - l(0)]. \quad (2.7)_2$$

Отсюда и из (2.7)₁ для $l(0) (l_0 = l(0))$ устанавливаем:

$$l(0) = \lambda_1(0) + \lambda_2(0) - \frac{\lambda_1^*(0) + \lambda_2^*(0) + 1}{2A(0)}. \quad (2.8)$$

На основании (2.7) и (2.1)

$$C_1(0) = C_2(0) = \gamma_0 = h(0), \quad (2.9)$$

Согласно (2.5) и (2.6)

$$\begin{cases} C_1'(0) = C_1(0) - \lambda_1^*(0) = \gamma_0 - \lambda_1^*(0), \\ C_2'(0) = C_2(0) - \lambda_2^*(0) = \gamma_0 - \lambda_2^*(0). \end{cases} \quad (2.7)$$

С другой стороны из (2.2) в нулевой точке имеем (см. (2.7)),

$$h'(0) = \begin{cases} [\lambda_1^*(0) + h_0][h(0) - \lambda_1^*(0)] + \gamma_0 - \lambda_1^*(0), \\ [\lambda_2^*(0) + h_0][h(0) - \lambda_2^*(0)] + \gamma_0 - \lambda_2^*(0). \end{cases}$$

Поскольку $h(0)$ – неизвестна, то её будем искать совпадением значений $h'(0)$ в нулевой точке

Таким образом, располагая значениями постоянных (2.8), (2.9), (2.10) и (2.11), функции $l(x)$ и $h(x)$, выраженные соответственно формулами (1.3) и (2.1) и удовлетворяющие (1.2) и (1.9), стали вполне определенными.

П. 3. О специальном уравнении Риккати.

Известным, распространенным частным случаем уравнения Риккати считается пример Риккати,

$$\frac{dl}{dx} + al^2 = bx^\alpha, \quad (3.1)$$

где a, b и α – постоянные числа. Его называют специальным уравнением Риккати [2]. (3.1) запишем в виде

$$\frac{dl}{dx} + a \left(l - \sqrt{\frac{b}{a} x^\alpha} \right) \left(l + \sqrt{\frac{b}{a} x^\alpha} \right) = 0, \quad (3.2)$$

где в данном случае

$$\begin{cases} \lambda_1 = \sqrt{\frac{b}{a} x^\alpha}; \lambda_2 = -\sqrt{\frac{b}{a} x^\alpha}; \lambda_1 - \lambda_2 = 2\sqrt{\frac{b}{a} x^\alpha}; \lambda_1 + \lambda_2 = 0; \\ A\lambda_1 = \sqrt{abx^\alpha}; A\lambda_2 = -\sqrt{abx^\alpha}; \lambda_1\lambda_2 = -\frac{b}{a} x^\alpha; A = a; \\ A\lambda_1 - h = \sqrt{abx^\alpha} - h; A\lambda_2 - h = -\sqrt{abx^\alpha} - h; \\ A^2\lambda_1\lambda_2 = -abx^\alpha; A(\lambda_1 - \lambda_2) = 2\sqrt{abx^\alpha}; \\ A^* = A(\lambda_1 + \lambda_2) - \frac{A'}{A} = 0; B^* = -A^2\lambda_1\lambda_2 - A(\lambda_1 + \lambda_2)' = abx^\alpha; \\ \lambda_1^* = \sqrt{abx^\alpha}; \lambda_2^* = -\sqrt{abx^\alpha}; \\ \lambda_1^* + \lambda_2^* = 0; \lambda_1^* - \lambda_2^* = 2\sqrt{abx^\alpha}; \lambda_1^*\lambda_2^* = -abx^\alpha \end{cases} \quad (3.2),$$

Следовательно, уравнение (1.4), или (1.9), будет иметь вид

$$\begin{aligned} h' - h^2 + abx^\alpha &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow h' - (h - \sqrt{abx^\alpha})(h + \sqrt{abx^\alpha}) &= 0. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Имеет место теорема.

Теорема 2. Если $h(x)$ решение уравнения (3.3), то $l(x)$, определенная формулой

$$l(x) = \begin{cases} -e^{\int_0^x (\sqrt{abx^\alpha} - h) dx} \left(l_0 + \int_0^x (\sqrt{abx^\alpha} - h) \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha e^{\int_0^x (\sqrt{abx^\alpha} - h) dx} dx \right), \\ e^{\int_0^x (\sqrt{abx^\alpha} + h) dx} \left(l_0 + \int_0^x (\sqrt{abx^\alpha} + h) \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha e^{-\int_0^x (\sqrt{abx^\alpha} + h) dx} dx \right), \end{cases} \quad (3.4)$$

удовлетворяет уравнению (3.2).
Действительно, из (3.4) следует:

$$l'(x) = \begin{cases} -(\sqrt{abx^\alpha} - h) \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \lambda = \lambda_1 = \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha, \\ (\sqrt{abx^\alpha} + h) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \lambda = \lambda_2 = -\sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha, \end{cases} \quad (3.5)$$

Обе части (3.2) умножаем на $2\sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha$ и перепишем его в форме

$$ll' - ll' + 2l' \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha = -2\sqrt{abx^\alpha} \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right),$$

или, сгруппировав левую часть,

$$l' \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) - l' \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) = -2\sqrt{abx^\alpha} \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right).$$

Последнее есть тождественный переход из уравнения (3.2). В левой части при первом члене вместо l' внесем первое его значение из (3.5), а при втором члене второе значение l' тоже из (3.5),

$$\begin{aligned} & -(\sqrt{abx^\alpha} - h) \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) - \\ & -(\sqrt{abx^\alpha} + h) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) = \\ & = -2\sqrt{abx^\alpha} \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \Rightarrow \\ & \Rightarrow - \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) [\sqrt{abx^\alpha} - h + \sqrt{abx^\alpha} + h] = \\ & = -2\sqrt{abx^\alpha} \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x^\alpha \right), \end{aligned}$$

или, после сокращения,
 $-2\sqrt{abx^\alpha} = -2\sqrt{abx^\alpha}$.
Что и требовалось.

Чтобы теорема 2 сохранила свою силу нужно установить выполнимость уравнения (3.3).
Докажем теорему.

Теорема 3. Если $h(x)$ определяется формулой

$$h(x) = \begin{cases} e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} \left(C_1(x) - ab \int_0^x x^\alpha e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} dx \right) \lambda_1^* = \sqrt{abx^\alpha}, \\ e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} \left(C_2(x) - ab \int_0^x x^\alpha e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} dx \right) \lambda_2^* = -\sqrt{abx^\alpha}, \end{cases} \quad (3.6)$$

а $C_1(x)$ и $C_2(x)$ соответственно удовлетворяют уравнениям

$$\begin{cases} C_1'(x) - C_1(x) = H_1(x), \\ C_2'(x) - C_2(x) = H_2(x), \end{cases} \quad (3.7)$$

где

$$\begin{cases} H_1(x) = -\left(\sqrt{abx^\alpha} e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} + ab \int_0^x x^\alpha e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} dx \right), \\ H_2(x) = \sqrt{abx^\alpha} e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} - ab \int_0^x x^\alpha e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} dx, \end{cases} \quad (3.7),$$

то есть,

$$\begin{cases} C_1(x) = e^x \int_0^x H_1(x) e^{-x} dx, \\ C_2(x) = e^x \int_0^x H_2(x) e^{-x} dx, \end{cases} \quad (3.8)$$

то $h(x)$, выраженная через (3.6), удовлетворяет уравнению (3.3).

Доказательство. Из (3.6) найдём $h'(x)$,

$$h'(x) = \begin{cases} \sqrt{abx^\alpha}(h(x) - \sqrt{abx^\alpha}) + C_1'(x) e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} \lambda_1^* = \sqrt{abx^\alpha}, \\ -\sqrt{abx^\alpha}(h(x) + \sqrt{abx^\alpha}) + C_2'(x) e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} \lambda_2^* = -\sqrt{abx^\alpha}. \end{cases}$$

Отсюда замечаем:

$$\begin{aligned} \frac{h'(x)}{h(x) - \sqrt{abx^\alpha}} &= \sqrt{abx^\alpha} + \frac{C_1'(x)}{h(x) - \sqrt{abx^\alpha}} e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} \lambda_1^* = \sqrt{abx^\alpha}, \\ \frac{h'(x)}{h(x) + \sqrt{abx^\alpha}} &= -\sqrt{abx^\alpha} + \frac{C_2'(x)}{h(x) + \sqrt{abx^\alpha}} e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} \lambda_2^* = -\sqrt{abx^\alpha}. \end{aligned} \quad (3.9)$$

Далее, обе части уравнения (3.3) умножаем на $2\sqrt{abx^\alpha}$ и перепишем в форме

$$hh' - hh' + 2\sqrt{abx^\alpha}h' = 2\sqrt{abx^\alpha}(h - \sqrt{abx^\alpha})(h + \sqrt{abx^\alpha}),$$

или сгруппировав левую часть,

$$h'(h + \sqrt{abx^\alpha}) - h'(h - \sqrt{abx^\alpha}) = 2\sqrt{abx^\alpha}(h - \sqrt{abx^\alpha})(h + \sqrt{abx^\alpha}).$$

Или разделив на произведение $(h - \sqrt{abx^\alpha})(h + \sqrt{abx^\alpha})$,

$$\frac{h'(x)}{h(x) - \sqrt{abx^\alpha}} - \frac{h'(x)}{h(x) + \sqrt{abx^\alpha}} = 2\sqrt{abx^\alpha},$$

и воспользовавшись значениями (3.9), придём к соотношению

$$\frac{C_1'(x)}{h(x) - \sqrt{abx^\alpha}} e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx} = \frac{C_2'(x)}{h(x) + \sqrt{abx^\alpha}} e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx},$$

являющемся тождеством; так как в (3.7) (см. (3.6) и (3.7)),

$$\frac{C_1'(x)}{h(x) - \sqrt{abx^\alpha}} = e^{-\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx}, \quad \frac{C_2'(x)}{h(x) + \sqrt{abx^\alpha}} = e^{\int_0^x \sqrt{abx^\alpha} dx},$$

оба равенства удовлетворяют тождественно относительно $C_1(x)$ и $C_2(x)$ (см. (3.7), (3.7), и (3.8)). Этим теорема 3 доказана, теорема 2 остается в силе; построено решение для специального уравнения Риккати и оно дается формулой (3.4).

§2 Линейное уравнение второго порядка с переменными коэффициентами.

Напомним, что решение линейного уравнения второго порядка с переменными коэффициентами тесно связано с решением нелинейного уравнения класса Риккати. В частности, если известно решение уравнения Риккати, то уравнение второго порядка легко привести к линейному уравнению первого порядка.

§2 second order linear equations with variable coefficients.

Recall that the solution of a linear second-order equations with variable coefficients is closely related to the solution of nonlinear equations Riccati class. In particular, if the solution of the Riccati equation, the equation of the second order easily lead to a linear equation of the first order.

П. 1. О понижении порядка производной.

Линейное уравнение второго порядка в общей форме имеет вид:

$$y'' + A(x)y' + B(x)y = f(x), \quad (2.1)$$

где A и B – заданные функции. Причем $A(x)$ – непрерывно – дифференцируема, $B(x)$ и $f(x)$ непрерывны в области, где задано (1.1). Представим A и B в следующем виде

$$\begin{cases} A(x) = I + I_1, \\ B(x) = I' + II_1, \end{cases} \quad (2.2)$$

тогда (1.1) допускает приведение к удобному виду

$$(y' + ly)' + l_1(y' + ly) = f(x), \quad (2.3)$$

где относительно l и l_1 получаем равенства

$$\begin{cases} l' - l^2 + Al - B = 0, \\ l_1 = A - l. \end{cases} \quad (2.4)$$

Первое равенство есть частный случай уравнения Риккати. Поэтому l и l_1 можно считать вполне определенными функциями, что позволяет в (1.3) сразу переходить

$$y' + ly = e^{-\int_0^x l_1 dx} \left(C_1 + \int_0^x f(x) e^{\int_0^x l_1 dx} dx \right) = F_1(x), \quad (2.5)$$

или окончательно для y

$$y = e^{-\int_0^x l dx} \left(C_2 + \int_0^x F_1(x) e^{\int_0^x l dx} dx \right). \quad (2.6)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

Отсюда ясно видна зависимость решения y от решения уравнения Риккати (1.4) (см. (1.5) значение $F_1(x)$). Формула (1.6) и представляет собой общее решение линейного уравнения второго порядка с переменными коэффициентами. Представленный результат новый, актуален, ибо такие дисциплины как математический анализ, курс обыкновенных дифференциальных уравнений, физика, уравнения математической физики, теоретическая механика и много технических дисциплин с динамическим уклоном получают определенный рывок в науку.

Литература

1. Матвеев Н. М. методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Л., 1955. с. 656.

к его дальнейшему упрощению. Обе части равенства (1.3) умножим на $e^{\int_0^x l_1 dx}$. В результате получим производную произведения

$$\left[(y' + ly) e^{\int_0^x l_1 dx} \right]' = f(x) e^{\int_0^x l_1 dx}.$$

Поскольку правая часть известна, то левая часть есть понижение порядка производной:

2. Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений. Госиздат тех. литературы. 1953. с. 468.
3. Чочиев Т. З. Условие, гарантирующее решение характеристического уравнения Эйлера в квадратах. // Труды XV международного симпозиума. (МДОЗМФ-2011), Харьков-Херсон, 2011, с. 394-403.
4. Чочиев Т. З. О решении обыкновенных дифференциальных уравнений высшего порядка. Вестник Харьковского университета №1037, 2012, с. 224-234.
5. Чочиев Т.З. Об одном варианте исследования уравнения Риккати. // Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом, международная научно – практическая конференция. Сборник научных трудов по итогам конференции. Новосибирск, 2015. с.10-13.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА CUCURBITACEAE JUSS. ИЗ ГЕНОФОНДА ВИР К ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ РАСАМ ГРИБА PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS (BERK. ET CURT.) ROSTOW.

Гринько Нина Николаевна

Доктор биологических наук, главный научный сотрудник Адлерской опытной станции – филиала ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И.Вавилова (ВИР), г. Сочи

SUSCEPTIBILITY OF SPECIES OF CUCURBITACEAE JUSS. FROM THE GENE POOL VIR PHYSIOLOGICAL RACES FUNGI PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS (BERK. ET CURT.) ROSTOW.

Grinko Nina, Doctor of biological Science, chief researcher Adler experimental station – a branch FGBNU FIZ VIGRR of Vavilov (VIR), Sochi

АННОТАЦИЯ

Впервые дана оценка взаимоотношения видов Cucurbitaceae Juss. из генофонда ВИР с физиологическими расами Pseudoperonospora cubensis (Berk. et Curt.) Rostow., идентифицированными в 2001–2010 годах на Черноморском побережье Краснодарского края.

Ключевые слова: патоген, Pseudoperonospora cubensis (Berk. et Curt.) Rostow., физиологические расы, ложная мучнистая роса.

ABSTRACT

The estimation of the relationship of species of Cucurbitaceae Juss. from gene pool VIR with physiological races Pseudoperonospora cubensis (Berk. et Curt.) Rostow., identified in 2001–2010 in the Black Sea coast of Krasnodar region.

Keywords: pathogen, Pseudoperonospora cubensis (Berk. et Curt.) Rostow., physiological races, downy mildew.

Эпифитотийное развитие ложной мучнистой росы огурца, снижающее урожайность культуры в открытом и защищенном грунте на 50–85% и более, обусловлено высоким уровнем агрессивности и экологической адаптивности возбудителя – гриба Pseudoperonospora cubensis (Berk. et Curt.) Rostow. [1, с. 32–41; 5, с. 3–6; 10]. Микроэволюционные процессы в популяциях патогена способствуют накоплению новых вирулентных рас, преодолевающих устойчивость генотипов огурца к болезни. Темпы внутривидовой изменчивости паразита по признаку вирулентности регламентированы факторами окружающей среды [8, с. 14–19] и генотипической гетерогенностью видов семейства Cucurbitaceae Juss. [5, с. 6–8; 9, с. 1–9]. Анализ патогенеза ложной мучнистой росы – продолжительность инкубационного периода и типы споруляции, размеры спорангиеносцев и спорангиев при заражении 18 сортов из 6 родов тыквенных культур, позволил идентифицировать две новые расы P. cubensis в Индии [11, с. 178–179]. Инокуляция 26 сортов, относящихся к 13 видам и подвидам семейства тыквенных, подтвердила физиологическую специализацию изолятов патогена из Японии, Израиля и США [12, с. 905–907].

Репродуцируемые нами на экспериментальной базе Адлерской ОС виды Cucurbitaceae из мирового генофонда ВИР [2, 3, 4], при естественном и искусственном инфицировании P. cubensis, проявили разнокачественные реакции: от несовместимой комбинации – сверхчувстви-

тельность, до сильного поражения с обильным спороношением [5, с. 6–8]. В условиях in vivo патоген не развивался на видах Lagenaria siceraria (вр.к.– 296, Вьетнам), Luffa cylindrica (вр.к.– 301, Вьетнам; вр. к– 609, Лаос), Luffa acutangula (вр.к.– 302, Китай), Benincasa hispida (вр.к.– 294, Вьетнам), Momordica L. (вр.к.– 300, Вьетнам), а на искусственно инокулированных листьях формировался хлороз и некроз. При обоих способах заражения ложная мучнистая роса незначительно поражала образцы: Cucumeropsis (к–79, Бенин), L. cylindrica (вр.к.– 610, Венесуэла), Benincasa hispida (к–64, Лаос), Brionia dioica (к–39, Испания), Brioniopsis laciniosa (к–43, Швейцария). Высоким уровнем восприимчивости к патогену отличались виды: Ecballium elaterium (к–3, Португалия; к–40, Швейцария), Echinocystis echinata (к–65, Эфиопия) и Tladiantha sp. (к–47, Россия), которые также причислены к растениям-хозяевам P. cubensis в Украине [9, с. 1–9]. Следует отметить, что наряду с межвидовой нами выявлена и существенная внутривидовая дифференциация реакций растений семейства тыквенных на внедрение патогена. В частности, на Lagenaria siceraria из Японии (вр.к.– 297) и Австрии (вр.к.– 307) фиксировалась реакция сверхчувствительности, а образец из Вьетнама (вр. к–296) поражался ложной мучнистой росой в сильной степени [5, с. 6–8].

Благодаря варьированию типов совместимости P. cubensis с дикими и культурными видами Cucurbitaceae на Черноморском побережье Краснодарского края нами в 1994–2000 гг. дифференцировано 12 физиологических рас

гриба [5, с. 8–12], а в 2001–2010гг. количество иммунологических комбинаций достигло 15 [6, с. 99–108]. Прогрессирование формообразовательных процессов в популяции паразита обуславливает необходимость контроля изменчивости внутривидовых структур *P.cubensis* по признаку вирулентности, что весьма важно при создании иммунных к ложной мучнистой росе генотипов огурца [6, с. 99–108; 7, с. 50–53].

Цель исследований – оценка взаимоотношения видов семейства Cucurbitaceae с физиологическими расами *P.cubensis*.

Материал и методы

Для анализа использовали 15 идентифицированных нами рас патогена: авирулентные – 4, 6, 12, 20; средневирулентные – 7, 14, 38, 44 и сложные высоковирулентные – 15, 30, 31, 53, 55, 61, 63 [5, с. 6–8; 6, с. 99–108]. Агрессивность рас тестировали на 28 видах Cucurbitaceae, репродуцируемых для закладки семян на хранение в генетический банк ВИР [2, 3, 4]: 1– *Benincasa hispida* (к–64, Лаос), 2– *Brionia dioica* (к–39, Испания), 3– *Brioniopsis laciniata* (к–43, Швейцария), 4– *Cucumis L.* (к–55, Гана), 5– *Cucumis L.* (к–61, Гана), 6– *Cucumis L.* (к–66, Эфиопия), 7– *Cucumis L.* (вр.к–1686, Эфиопия), 8– *Cucumis anguria* (к–5, Африка), 9– *C. aculatus* (к–6, Судан), 10– *C. africanus* (вр.к–1788, Нидерланды), 11– *C. dipsaceus* (к–3, Кения), 12– *C. ficifolius* (к–8, Сев. Африка), 13– *C. longipes* (к–17, Франция), 14– *C. miricarpus* (к–11, ЮАР), 15– *C. prophetarum* (к–12, Африка), 16– *C. saelinexii* (к–15, ЮАР), 17– *Cucumeropsis L.* (к–79, Бенин), 18– *Cyclanthera pedata* (к–81, Венесуэла), 19– *Ecballium elaterium* (к–33, Бельгия), 20– *Echinocystis echinata* (к–65, Эфиопия), 21– *Lagenaria siceraria* (вр.к–296, Вьетнам), 22– *Luffa acutangula* (вр.к–302, Китай), 23– *Luffa cylindrica* (вр.к. – 605, Индия), 24– *Melotria shcabra* (к–84, Мексика), 25– *Momordica charantia* (к–109, Вьетнам), 26– *Tladiantha L.* (к–47, Россия), 27– *Trichosanthes anguina* (к–29, Шри-Ланка), 28– *Passiflora edulis* (к–63, Гана). Из листьев вышеозначенных видов пробочным сверлом вырезали диски, диаметром 15мм, которые раскладывали на дистиллированную воду в чашки Петри верхней стороной вниз. Инокулюм в концентрации 5×10^4 – 5×10^5 зооспорангиев /мл. наносили на диски в 5–ти кратной повторности.

Чашки Петри инкубировали при температуре 22–25°C в течение 6–8 сут. Данные пораженности в баллах (bs) преобразовали в индекс агрессивности (Iagr), ранжированный по шкале (низкий: <1; средний: 1,1–3; высокий: >3) [6, с. 99–108]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили стандартными методами с помощью пакетов программ Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение

Тестируемые расы *P.cubensis* проявили патогенность в отношении всех анализируемых видов Cucurbitaceae. Доказано существенное варьирование ($Cv=52,9\%$) индекса агрессивности, подтвержденное высокой положительной корреляционной связью ($Cr=0,89 \pm 0,07$) между средним значением ($Iagr=1,61 \pm 0,04$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,85$). Минимальным показателем ($Iagr=0,51 \pm 0,02$) с высоким уровнем изменчивости признака ($Cv=46,3\%$) выделялись авирулентные расы – 4, 6, 12, 20 (Рис. 1). Высокую устойчивость к расам 4, 6, 12 показал образец *Melotria shcabra* (к–84), а к 12 – *Cucumeropsis sp.* (к–79).

Средневирулентные расы – 7, 14, 38 и 44 характеризовались значимой изменчивостью ($Cv=26,2\%$) признака ($Iagr=1,41 \pm 0,03$). В данной группе морфотипов максимальную агрессивность ($Iagr=1,54 \pm 0,04$) проявила раса 7, к которой высокочувствительными ($bs=1,9-2,0 \pm 0,03$) оказались образцы: *Benincasa hispida* (к–64) и *Brionia dioica* (к–39). Полученные результаты свидетельствуют в пользу усиления агрессивности гриба, поскольку ложной мучнистой росой данные виды в 1994–1996гг. поражались незначительно [5, с. 6–8]. Минимальной агрессивностью отличалась раса 14 ($Iagr=1,23 \pm 0,04$), а наименьшей восприимчивостью ($bs=0,3-0,9 \pm 0,01$) выделялись виды: *Cucumis africanus* (вр.к–1788), *C. dipsaceus* (к–3), *C. ficifolius* (к–8), *C. longipes* (к–17), *C. miricarpus* (к–11), *Cyclanthera pedata* (к–81), *Ecballium elaterium* (к–33). Расы 38 и 44 незначительно различались по уровню агрессивности, а слабовосприимчивыми к ним оказались образцы: *Cyclanthera pedata* (к–81), *Ecballium elaterium* (к–33), *Melotria shcabra* (к–84), *Passiflora edulis* (к–63).

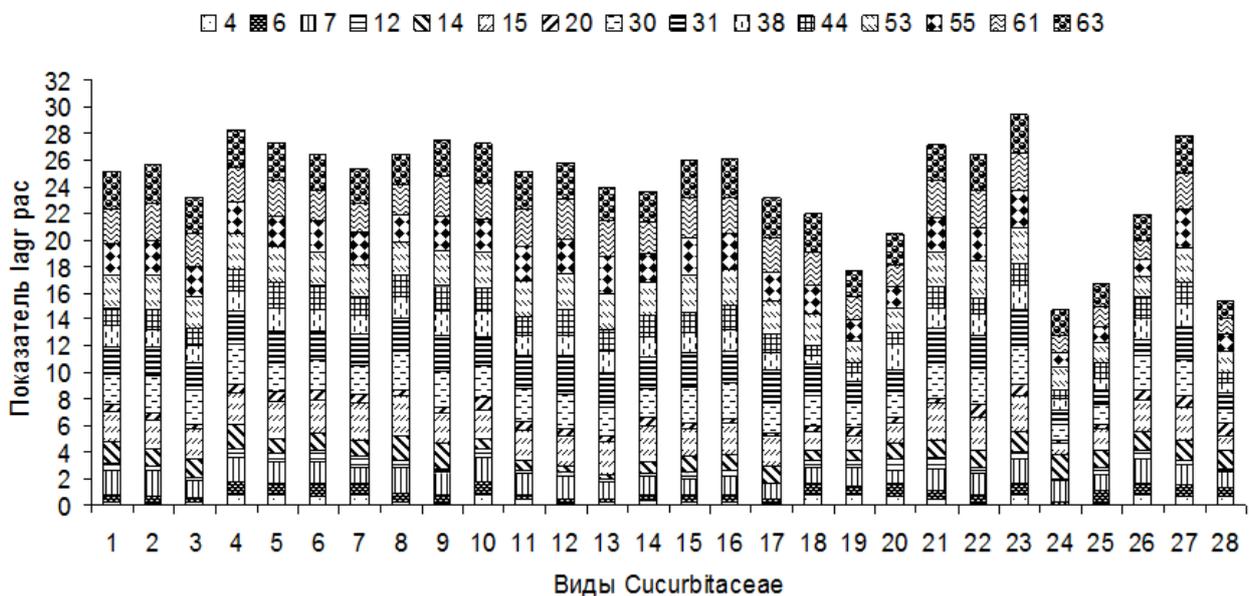


Рисунок 1. Агрессивность рас *P.cubensis* в отношении видов Cucurbitaceae

Условные обозначения: Здесь и на рис. 3 виды Cucurbitaceae (название, номер каталога ВИР, страна происхождения) описаны в методике.

Высоковирулентные морфотипы – 15, 30, 31, 53, 55, 61 и 63 выделялись существенной изменчивостью ($C_v=21,4\%$) признака ($I_{agr}=2,33\pm 0,06$). Наименьшую агрессивность проявила раса 15 ($I_{agr}=2,15\pm 0,05$), а максимальную – 63 ($I_{agr}=2,56\pm 0,07$). Средний уровень восприимчи-

вости ($bs=0,9-1,9\pm 0,07$) к данной группе морфотипов обнаружен у видов: *Ecballium elaterium* (к-33), *Melotria shcabra* (к-84), *Momordica charantia* (к-109), *Passiflora edulis* (к-63).

Расы *P.cubensis*, по признакам агрессивности в отношении видов Cucurbitaceae, дифференцированы по 3 кластерам. В первом кластере систематизированы авирулентные расы с близким сходством морфотипов 6 – 12 (Рис. 2).

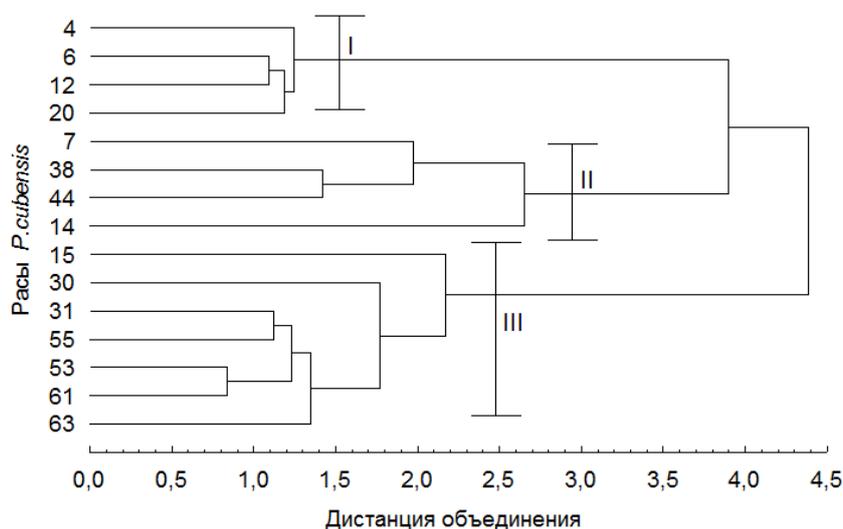


Рисунок 2. Дендрограмма сходства рас *P.cubensis* по уровню агрессивности в отношении видов Cucurbitaceae

Во втором кластере классифицированы средневирulentные расы, а подобие обнаружено между морфотипами 38 – 44. Незначительное изолирование расы 14, объясняется сравнительно низкой агрессивностью в отношении тестируемых видов Cucurbitaceae. В третьем кластере сгруппированы высоковирулентные расы, со сходством морфотипов 53 – 61 и 31 – 55. Обособленное расположение расы 15 обусловлено минимальным показателем агрессивности среди морфотипов данной группы.

Результаты исследований согласуются с полученными, ранее данными о сопряженности показателей агрессивности и вирулентности *P.cubensis* [6, с. 99–108].

Так, в 2001–2010гг. по индексу агрессивности сходными оказались расы – авирулентные: 4–12 и 6–20; средневирulentные: 14–44 и высоковирулентные: 31–55, 30–53 и 61–63. Отличия группировок рас по уровню агрессивности обосновывают влияние растений-хозяев из семейства Cucurbitaceae на формообразовательные процессы внутри популяций патогена.

Подтверждены статистически достоверные различия ($F_{ф}>F_{0,1}=7,64$) балла поражения при инокуляции тестируемых видов Cucurbitaceae смесью рас – популяцией гриба (Рис. 3).

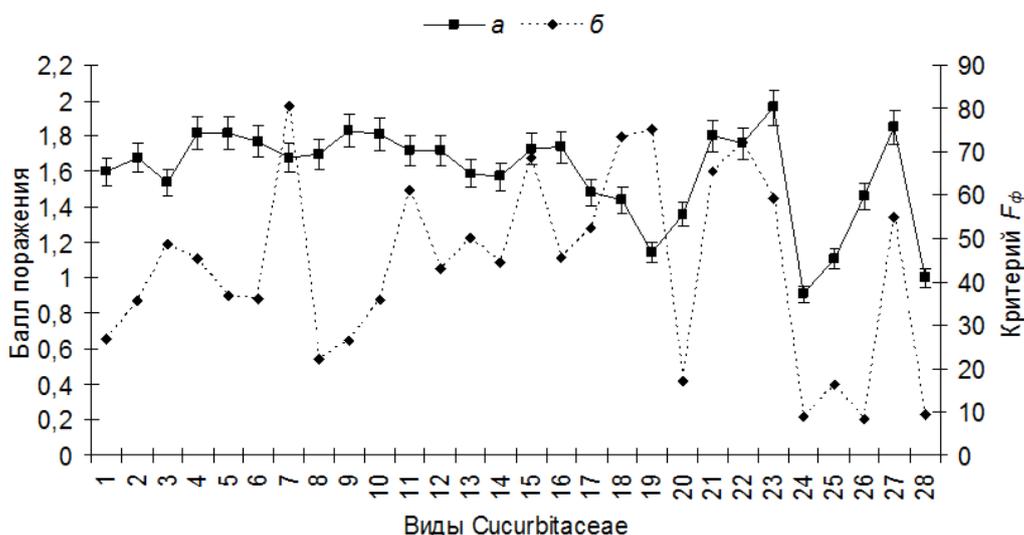


Рисунок 3. Восприимчивость видов Cucurbitaceae к популяции *P.cubensis* Условные обозначения: а – балл поражения (bs), б – критерий F_{ϕ}

Высокоустойчивыми к *P.cubensis* оказались образцы: *Ecballium elaterium* (κ–33), *Melotria shcabra* (κ–84), *Momordica charantia* (κ–109) и *Passiflora edulis* (κ–63). Исходя из фиксируемой с 1994г. стабильно низкой восприимчивости данных видов к *P.cubensis* можно предположить, что устойчивость контролируется доминантными генами. Значительный внутривидовой полиморфизм по уровню чувствительности к паразиту обнаружен у видов рода *Ecballium* L., поскольку в 1996–1997гг. на образцах *Ecballium elaterium* (κ–3, Португалия и κ–40, Швейцария) зафиксирован максимальный балл поражения ложной

мучнистой росой [5, с. 6–7]. Высокой восприимчивостью к патогену выделялись виды *Luffa cylindrica* (вр.к. – 605) и *Trichosanthes anguina* (κ–29), а также образцы *Cucumis* L., что не противоречит данным об отсутствии иммунных к патогену культурных и диких видов данного рода [5, с. 6–8; 7, с. 50–53].

Кластерным анализом виды *Cucurbitaceae* по уровню чувствительности к популяции *P.cubensis* классифицированы по двум группам – высокоустойчивые и восприимчивые. В больших и малых кластерах отмечается связь на более высоком уровне сходства (Рис. 4).

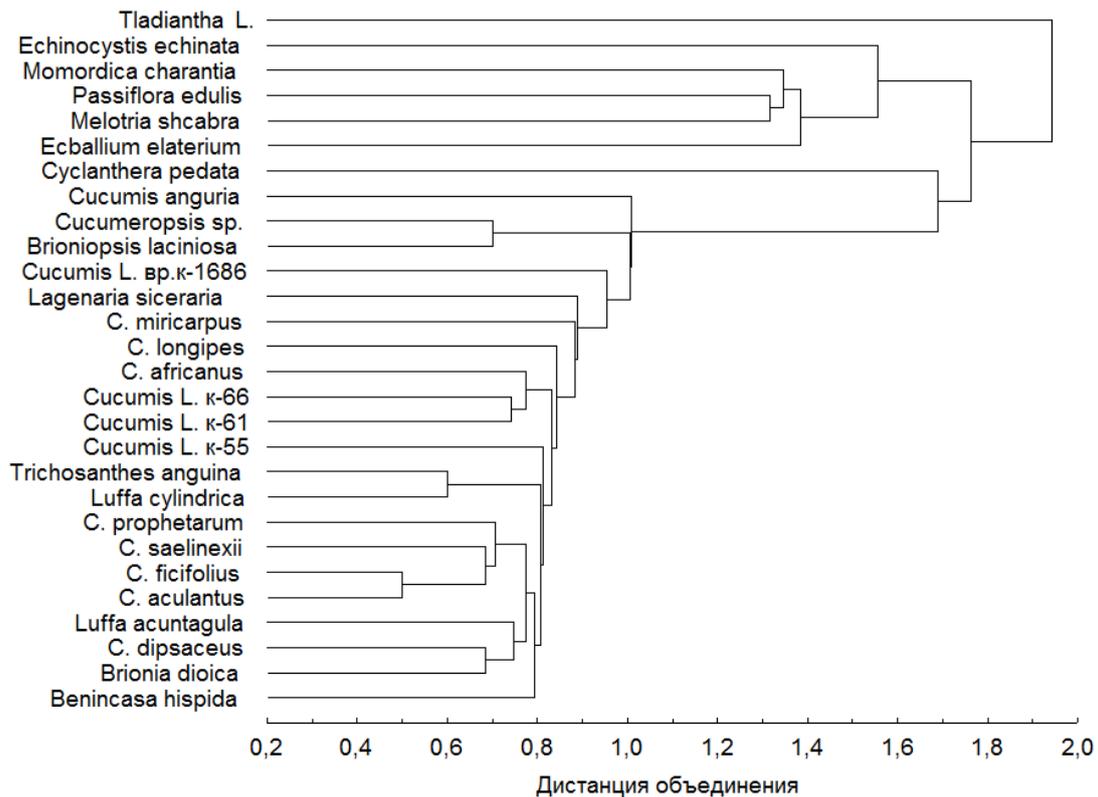


Рисунок 4. Дендрограмма распределения видов *Cucurbitaceae* по уровню восприимчивости к популяции *P.cubensis*

Высокой устойчивостью к патогену отличались образцы: *Cyclanthera pedata* (κ–81), *Ecballium elaterium* (κ–33), *Melotria shcabra* (κ–84), *Passiflora edulis* (κ–63), *Momordica charantia* (κ–109), *Tladiantha* (κ–47), *Echinocystis echinata* (κ–65). В группе восприимчивых образцов близким сходством выделялись: *Brionia dioica* (κ–39) – *C. dipsaceus* (κ–3), *C. aculantus* (κ–6) – *C. ficifolius* (κ–8), *Luffa cylindrica* (вр.к. – 605) – *Trichosanthes anguina* (κ–29), *Cucumis* L. (κ–61) – *Cucumis* L. (κ–66), *Brioniopsis laciniosa* (κ–43) – *Cucumeropsis* sp. (κ–79).

Таким образом, дана оценка взаимоотношения видов *Cucurbitaceae* из мирового генофонда ВИР с физиологическими расами *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow., идентифицированными в 2001–2010гг. на Черноморском побережье Краснодарского края. Подтверждена сопряженность признаков агрессивности и вирулентности рас *P.cubensis*. Доказаны отличия группировок рас по уровню агрессивности, свидетельствующие в пользу влияния растений-хозяев из семейства *Cucurbitaceae* на микроразволюционные процессы внутри вида *P.cubensis*. Выделены высокоустойчивые к патогену образцы: *Cyclanthera pedata* (κ–81), *Ecballium elaterium* (κ–

33), *Melotria shcabra* (κ–84), *Passiflora edulis* (κ–63), *Momordica charantia* (κ–109), *Tladiantha* (κ–47), *Echinocystis echinata* (κ–65), представляющие практический интерес в качестве исходного материала для селекционных программ на иммунитет к ложной мучнистой росе.

Литература

1. Власова Э. А. Особенности патогенеза ложной мучнистой росы огурца/ Э. А. Власова //IX Всесоюз. совещ. по иммунитету растений к болезням и вредителям: Тез. докл. Минск, сент., Мн., 1991. – С. 188–190.
2. Генофонд ВИР им. Н.И.Вавилова – Люффа – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
3. Генофонд ВИР им. Н.И.Вавилова – Cucumis L. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
4. Генофонд ВИР им. Н.И.Вавилова – Тыквенные культуры – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#

5. Гринько Н.Н. Ложная мучнистая роса огурца/ Н.Н.Гринько. – Сочи: ГУП «СПП». – 2003. – 68с.
6. Гринько Н.Н. Внутривидовой полиморфизм возбудителя ложной мучнистой росы огурца (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow.) по признаку вирулентности/ Н.Н.Гринько// Защита растений: Сб. науч.тр./ РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2011. – Вып. 35. – С.99–108.
7. Гринько Н.Н. Скрининг мировой коллекции генетических ресурсов ВИР им. Н.И.Вавилова с целью отбора генотипов огурца, устойчивых к *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow.// Овощи России. – 2012. – №1. – С. 50–53.
8. Левитин М.М. Изменение микроклимата и прогноз развития болезней растений/ М.М.Левитин// Микология и фитопатология, 2011. – Т. 46. – Вып.1. – С. 14–19.
9. Лесовой М. П. Идентификация рас возбудителя ложной мучнистой росы огурца и определение устойчивости селекционного материала/ М.П.Лесовой, В.И.Лоханская, Н.А.Скрипник: Метод. рекомендации. – Киев, 1992. – 9с.
10. *Pseudoperonospora cubensis* в агроценозе огурца – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
11. Bains S. S. Two new races of *Pseudoperonospora cubensis* on muskmelon in Punjab/ S. S. Bains, N. K. Sharma// Indian J. Mycol. and Plant Pathol. – 1986. – Vol. 16, № 2. – P. 178 – 179.
12. Thomas C. E. Host effect on selection of virulence factors affecting sporulation by *Pseudoperonospora cubensis* /C. E. Thomas, E. L. Jourdain //Plant Disease. – 1992. – Vol. 76, № 9. – С. 905 – 907.

ЭЛЕМЕНТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 06.03.01 - БИОЛОГИЯ В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ АГРАРНОМ ИНСТИТУТЕ ФИЛИАЛЕ ФГБОУ ВО «ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.А. ЕЖЕВСКОГО»

Каюкова Светлана Николаевна

кандидат биол. наук, доцент, Забайкальский аграрный институт ФГБОУ ВО «ИрГАУ им. А.А. Ежевского»

г. Чита

Бутина Наталья Александровна

кандидат биол. наук, доцент, Забайкальский аграрный институт ФГБОУ ВО «ИрГАУ им. А.А. Ежевского»

г. Чита

THE ELEMENTS OF DISTANCE LEARNING IN THE TRAINING IN A DIRECTION 06.03.01 - BIOLOGY IN TRANSBAIKAL AGRARIAN INSTITUTE - SUBSIDIARY OF FSBEI HE «IRKUTSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER A.A. YEZHEVSKY»

Kayukova Svetlana, Candidat of Science, assistant professor of Transbaikal Agrarian Institute - subsidiary of FSBEI HE «IrSAU named after A.A. Yezhevsky», Chita

Butina Natalya, Candidat of Science, assistant professor of Transbaikal Agrarian Institute - subsidiary of FSBEI HE «IrSAU named after A.A. Yezhevsky», Chita

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен вопрос о приобретении опыта дистанционного обучения в подготовке биологов-охотоведов в Забайкальском аграрном институте - филиале ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского»

ABSTRACT

The article considers the issue of acquisition of experience of distance learning of biologists-hunters in Transbaikal agrarian institute - subsidiary of FSBEI HE «Irkutsk state agrarian university named after A.A. Yezhevsky»

Ключевые слова: Забайкальский край, аграрный вуз, охотоведение, образовательный стандарт

Keywords: Transbaikal territory, agricultural university, hunter studies, educational standart

Охотоведческому образованию в России более 100 лет [1, с. 222]. Основными центрами в подготовке биологов-охотоведов являются старейшие вузы - Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (г. Иркутск), Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров) и Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха). Откликаясь на запросы агропромышленного комплекса, учитывая недостаток в специалистах охотничьего хозяйства, в настоящее время биологов-охотоведов готовят в ряде вузов Российской Федерации.

Забайкальский аграрный институт, получив на основании приказа Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзора РФ) лицензию на право обучения студентов по специальности и направлению высшего образования «Биология» со специализацией и профилем «Охотоведение», с 2010 года реализует учебную программу по подготовке вышеуказанных специалистов.

С целью создания оптимальных условий для организации образовательного процесса в нашем вузе в 2011

году была создана кафедра биологии, которая и объединила всех студентов биологов-охотоведов. На кафедре функционирует музей охотоведения, насчитывающий более 100 экспонатов. В сентябре 2012 года для обучения студентов-биологов и приобретения опыта организации было создано учебно-опытное охотничье хозяйство ЗаБАИ.

В соответствии с основными государственными стандартами проводился набор на очную и заочную формы обучения. С 2010 по 2013 годы количество бюджетных мест на очное обучение оставалось на стабильном уровне и составляло 10, в 2014 году - этот показатель снизился до 7. По заочной форме обучения показатель до 2012 года составлял 15 бюджетных мест, а в 2013 и 2014 годах - показатель бюджетных мест составил «0».

На базе ИрГАУ им. А.А. Ежовского были сформированы рабочие учебные планы, включающие освоение обязательных общеобразовательных дисциплин и углубленное изучение общепрофессиональных и специальных предметов.

В связи с вступлением в действие нового федерального законодательства введение Федеральных государственных образовательных стандартов в Российской системе высшего образования (и особенно актуализированных ФГОС ВО 3+) главное событие ближайших лет в высшей школе. Масштабность явления требует концентрации соответствующих ресурсов, доступ к которым смогут получить все участники образовательного процесса.

Изменения коснулись и ФГОС по направлению «Биология», так, прежде всего, запрета на обучение по заочной форме обучения. В связи с этим, мы впервые осуществили набор студентов на очно-заочную форму обучения. Так как предполагается учеба в вечернее время после работы, то есть контингент, которому необходимо сокращение личного присутствия студента в институте до минимума. В данном случае одним из наиболее приемлемых вариантов является дистанционное обучение. Это обучение "на дистанции", т.е. на расстоянии, когда преподаватель и обучаемый разделены пространственно. Условием для развития дистанционного образования явились современные достижения в области технологий обучения, средств массовой информации и связи, быстрое развитие и широкое применение разнообразных технических средств.

Дистанционная форма обучения разрешена и приемлема для студентов, которые: проживают и работают далеко от места учебы, часто ездят в командировки, четко

знают свои цели и готовы к интенсивной самостоятельной работе без отрыва от места жительства и работы, ограничены во времени на получение высшего или дополнительного образования и готовы почувствовать в формировании своего индивидуального учебного процесса в институте и интересуются современными информационными и компьютерными технологиями и готовы их использовать для своего обучения в институте и карьерного роста. Основным обязательством студента является выполнение в соответствии с программой изучения дисциплины всех видов заданий и пройти текущую и промежуточную аттестацию в установленные учебным графиком и семестровым планом сроки. Преподаватель со своей стороны должен оказать все виды образовательных услуг, обеспечивающие ритмичную работу студентов по изучению данной дисциплины и проводить текущую и промежуточную аттестацию по оценке ритмичности работы студентов и выполнению выданных заданий. При этом каждый студент обеспечивается полным пакетом учебно-методических материалов и рекомендаций по организации учебного процесса на USB-устройство, а также получает возможность доступа через Интернет к базам данных института.

Таким образом, при реализации программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология дистанционные образовательные технологии имеют преимущественное значение при обучении студентов по очно-заочной форме обучения. Учитывая, что поступает в основном сельская молодежь, дистанционное обучение поможет в решении всех вышеперечисленных проблем, так как дистанционное образование является дешевым и общедоступным, открывая возможности общения на больших расстояниях. В целом, с нашей точки зрения, дистанционное образование - вещь очень удобная и полезная. Но основное образование таким способом мы советуем получать только в том случае, если по каким-то причинам (пространственным, временным или денежным) недоступен традиционный вариант обучения.

Список литературы

1. Жаров О.В. Охотовед - практическая и научная значимость, опыт подготовки, фактический статус, проблемы, перспективы // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов в России: Материалы международной научно-практической конференции, Иркутск, 2003. - С. 222 - 230

СТРУКТУРА ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ «МЕНОМ»

Матвейкина Яна Валерьевна

Студентка института Нефти и Газа, Г. Красноярск

THE STRUCTURE OF THE POLYMER SORBENTS "MENOM"

Matveykina Yana, Student of the Institute of Oil and Gas, Krasnoyarsk

АННОТАЦИЯ

Исследованы физико-химические свойства полимерного композита «Меном» в прессованной форме для его применения при ликвидации техногенных проливов при разработке месторождений нефти, ее транспортировке и

складском хранении. Проведены исследования процесса изменения структуры полимерного сорбента при вакуумировании, обоснована оптимальная величина разряжения.

ANNOTATION

The physicochemical properties of the polymer composite "Mohn" in compressed form for its use in the elimination of man-made spills in developing oil fields, its transport and storage. Investigations of changes in the structure of the polymer sorbent under vacuum, vacuum justified optimum value.

Ключевые слова: полимерные сорбенты, прессованная форма сорбента, размеры пор, нефть, нефтепродукты

Keywords: polymeric sorbents, sorbent molded shape, pore sizes, oil, oil products

Ликвидации аварийных техногенных разливов нефти предусматривают наличие и использование сорбентов, которые позволяют собрать нефтепродукты (бензин, товарную нефть, метанол, мазут, керосин, машинное масло, дизельное топливо) не только с поверхности воды, но и извлечь из почвы, при этом являясь структурообразователем нефтепораженной почвы. В числе наиболее активно используемых сорбентов находится полимерный сорбент «Меном», так же обладающий ярко выраженной способностью выполнять функции замещения почвы на стадии сильного ее загрязнения при техногенных разливах нефти и нефтепродуктов.

Полимер «Меном» имеет пористый каркас, размеры пор которого зависят от ингредиентов, применяемых при его производстве, процесса синтеза, в частности от температуры, времени реакции полимеризации сорбента, что позволяет считать полимерные сорбенты как сорбенты с регулируемой структурой [4]. Характер адсорбции определяет форму и размеры пор. При адсорбции возможно образование слоёв молекул поглощенного

вещества толщиной в одну молекулу (мономолекулярная адсорбция), толщиной в несколько молекул, так называемая полимолекулярная адсорбция. Для этих сорбентов характерно широкое распределение пор по радиусам и ярко выраженная неоднородность геометрической структуры. При этом следует отметить, что сорбционная способность существенно зависит не только от размеров и формы пор, но и от температуры нефти или нефтепродуктов.

В работе уделено внимание полимерному композиту серии «Меном» в прессованной форме, так как использование прессованного сорбента вызвано необходимостью снижения объема, который занимает товарный сорбент при транспортировке и складском хранении.

Прессованный полимерный композит, представленный на рис. 1, отличается более плотной, почти слоистой структурой и меньшим размером пор. В структуре прессованного сорбента средний размер пор полимерного композита «Меном» составляет порядка 20–30 мкм, что соответствует размеру живой клетки [5].

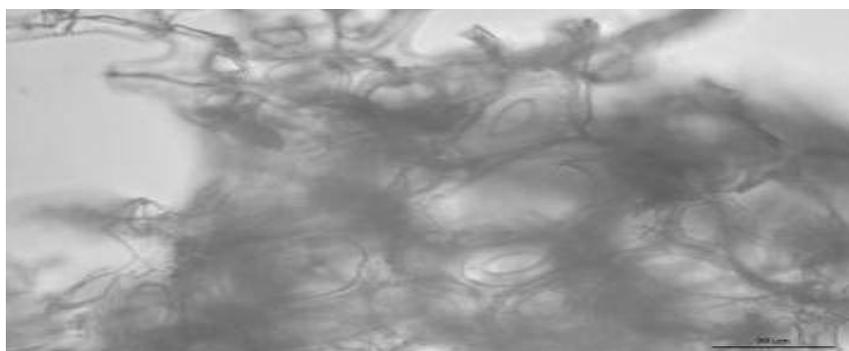


Рис. 1. Структура прессованного полимерного композита плотностью ~25 кг/м³

Вакуумирование сорбента позволяет в пять раз уменьшить объем сорбента, но приводит его к прессованию, что неизбежно влечет изменение структуры и сорбционных свойств нефти и темных нефтепродуктов. Для вакуумирования сорбента использовались промышленные установки, наилучшие показатели получены при разряжении 245–260 мбар, меньшие значения разряжения как правило не приводят к значимому уменьшению объема сорбента, а большие значения разряжения связаны со значительным увеличением мощности установки и изменением ее типоразмерного ряда, что становится экономически не целесообразным. Спрессованные сорбенты не целесообразно использовать в течении первых 36 часов после девакуумирования.

Выводы:

1. Полимерный сорбент прессованной формы отличается от сорбента естественной формы уменьшением на 50% пор размерами от 60 до 70 мкм, появ-

лением пор размерами до 10 мкм, при этом сорбционная способность светлых нефтепродуктов не изменяется. Следовательно, прессованный полимерный сорбент «Меном» более эффективен при транспортировке и складском хранении и не вызывает изменений в эксплуатационных характеристиках.

2. Сорбент прессованной формы полностью возвращается в исходную структуру через 48 часов при условии, что сорбент будет находиться при положительных температурах в диапазоне от 20 до 50°C, при этом восстанавливается и его сорбционная способность нефти.

Литература

1. Мелкозеров, В. М. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование при разработке, эксплуатации нефтяных месторождений, транспор-

- тировке нефти и нефтепродуктов / В. М. Мелкозеров, С. И. Васильев. Berlin: Lambert Academic Publishing 2011. 259 с.
2. Пат. WO 03/055596 A1. Метод получения сорбента и устройство для его осуществления / В. В. Олейник, В. М. Мелкозеров, Л. Д. Нагорный.
 3. Рекультивация почв сельскохозяйственного назначения с применением сорбента «Униполимер-М» / А. Г. Левченко, М. И. Витковский, А. С. Федотова, В. А. Куркин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 10. С. 42–46.
 4. Сакодынский, К. И. Полимерные сорбенты для молекулярной хроматографии / К. И. Сакодынский, Н. И. Панина.

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ГЛИЦИЛ-ТРНК СИНТЕТАЗЫ С IRES-ЭЛЕМЕНТОМ ТИПА I.

Никонова Екатерина Юрьевна

Кандидат биологических наук, научный сотрудник, Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Институт белка РАН, г. Пущино

Никонов Олег Станиславович

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки, Институт белка РАН, г. Пущино

Леконцева Наталья Владимировна

аспирант, Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Институт белка РАН, г. Пущино

Гарбер Мария Борисовна

Доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией, Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки, Институт белка РАН, г. Пущино

STUDYING OF THE INTERACTION OF HUMAN GLYCYL-tRNA SYNTHETASE WITH IRES-ELEMENT TYPE I.

Nikonova Ekaterina Yurjevna, Candidate of sciences, researcher, Institute of protein research, Pushchino

Nikonov Oleg Stanislavovich, Candidate of sciences, researcher, Institute of protein research, Pushchino

Lekontseva Natalya Vladimirovna, PhD student, Institute of protein research, Pushchino

Garber Maria Borisovna, Doctor of sciences, professor, head of laboratory, Institute of protein research, Pushchino

АННОТАЦИЯ

В настоящее время во всем мире ведутся активные исследования IRES-элементов, на которых происходит кэп-независимая трансляция, открывая альтернативный путь инициации белкового синтеза. Изучение структурных основ этого процесса представляет собой несомненный интерес для фундаментальной науки. Более того, любая информация, касающаяся этого вопроса, потенциально имеет огромное практическое значение для борьбы с многочисленными, в том числе и смертельно опасными для человека, вирусными заболеваниями. Тем не менее, до сих пор нет ясного понимания процессов, происходящих в ходе инициации трансляции на вирусных IRES-элементах.

ABSTRACT

At present active researches of viral IRES-elements is actively pursued. Cap-independent translation initiation which opens up an alternative way of initiation of protein synthesis is of great interest for the fundamental science. Furthermore, any information concerning this question potentially has a great practical importance for a struggle with a large number of viral diseases, including deadly to humans. Nevertheless, there is still no clear understanding of the processes occurring in the course of translation initiation on the viral IRES-elements.

Ключевые слова: Вирусы, энтеровирус, риновирус, полиовирус, инициация трансляции, глицил-тРНК синтетаза, сайт внутренней посадки рибосомы, РНК-белковые взаимодействия.

Keywords: Viruses, enterovirus, rhinovirus, poliovirus, translation initiation, glycyI-tRNA synthetase, IRES, RNA-protein interaction.

Участки внутренней посадки рибосомы (Internal Ribosome Entry Site, IRES-элементы) – это специфические структурные элементы РНК, располагающиеся в 5'-нетранслируемой области мРНК. Именно на этих участках мРНК происходит кэп-независимая инициация ее трансляции. Изначально они были описаны у пикорнавирусов [11, с. 320], а позже найдены и в мРНК вирусов из других семейств. IRES-элементы пикорнавирусов в зависимости от их вторичной структуры сейчас подразделяют на 4 типа:

тип I (такие как в мРНК энтеровирусов и риновирусов), тип II (такие как в мРНК вируса энцефаломиокардита), тип III (такие как в мРНК вируса гепатита А) и тип IV (такие как в мРНК тешовируса) [2, с.542;8, с. 529]. IRES-элементы пикорнавирусов типов II и IV изучены значительно лучше, чем типов I и III, так как только с ними удалось реконструировать 48S трансляционный комплекс из очищенных компонентов [15, с. 4487; 14, с. 2028; 13, с. 67; 12, с. 6859]. Попытки же собрать 48S инициаторный комплекс на IRES

элементах типа I не увенчались успехом. Объяснением этому может быть то, что для инициации трансляции на IRES-элементах типа I необходимо значительно большее количество специфических мРНК-связывающих белков (IRES trans acting factors, ITAFs). В отличие от мРНК пикорнавирусов с IRES-элементами типа II, мРНК пикорнавирусов имеющая IRES-элементы типа I в лизате ретикулоцитов кролика (RRL) транслируется с низкой эффективностью и с ошибками. Добавление в систему экстракта клеток HeLa значительно стимулирует трансляцию таких мРНК [6, с. 507]. На данный момент известно как минимум 7 факторов (ITAF), которые связываются с IRES-элементами типа I. Однако, механизм их действия не известен. Предполагается, что они могут модулировать третичную структуру IRES-элементов. Наиболее изученным из них является полипиримидин-связывающий белок (PTB). Этот белок влияет на связывание одного из ключевых факторов инициации трансляции eIF4G. Считается, что сайт связывания PTB находится недалеко от домена V IRES-элемента I-го типа [7, с. 3710].

5'-нетранслируемый участок мРНК энтеровирусов и риновирусов содержит 6 шпилек, II-VI из которых собственно и образуют IRES-элемент первого типа. При этом Домены IV и V играют наиболее важную роль в его функционировании [2, с. 5602; 8, с. 529]. Домен V связывает комплекс инициаторных факторов, осуществляющих связывание 40S рибосомной субчастицы с IRES-элементом (eIF4G и eIF4A) [4, с. 9197; 10, с. 115], а также фактор eIF4B, активирующий хеликазную активность eIF4A [9, с. 2113]. Мутации в этом домене влияют на способность полиовируса поражать нейроны [9, с. 2113; 10, с. 115; 5, с. 6281]. На данный момент существует гипотеза, что 40S рибосомная частица в комплексе с каноническими инициаторными факторами и инициаторной Met-тРНК связывает IRES-элемент энтеровирусов или риновирусов в районе доменов V и VI и кратковременно узнает AUG триплет (в позиции 586 у полиовируса или в соответствующей позиции у риновирусов). Однако инициации трансляции с этого (586 AUG) кодона не происходит. Трансляция иницируется на следующем AUG (743) кодоне, находящемся от первого на расстоянии 160 н. у энтеровирусов и 35 н. у риновирусов [3, с. 869].

Несмотря на активное изучение IRES-элементов типа I [2, с. 542; 8, с. 529], до сих пор нет ясного понимания механизма их функционирования. Более того, до сих пор нельзя быть уверенными, что определены все участники кэп-независимой инициации трансляции на этом типе IRES-элементов. Недавно в лаборатории И. Н. Шатского (ИФХБ МГУ) был проведен скрининг факторов, участвующих в процессе посадки рибосомной субчастицы на IRES-элемент [1, с. 5602]. В результате был обнаружен новый компонент, необходимый для трансляции полиовирусной РНК, - глицил-тРНК синтетаза (GlyRS) [1, с. 5602]. Было показано, что этот «хозяйский» фермент специфически связывается с пятым доменом IRES-элемента полиовирусной мРНК.

Предполагают, что участок связывания человеческой глицил-тРНК синтетазы (hGlyRS) на IRES-элементе I-го типа располагается в непосредственной близости от места связывания факторов eIF4G+eIF4A [4, с. 9197; 10, с. 115]. Апикальная часть домена V, расположенная в непосред-

ственной близости от участка связывания ключевого канонического инициаторного фактора eIF4G, имитирует антикодонную шпильку глициловой тРНК и содержит глициновый «антикодон» ACC. От антикодонной петли глициловой тРНК «антикодонная петля» данного участка вирусной мРНК отличается тем, что содержит на 1 нуклеотид больше. Аналогичные структуры присутствуют во всех IRES-элементах I-типа. В лаборатории И. Н. Шатского было показано, что мутация этого «антикодона» приводит к драматическому падению активности полиовирусного IRES-элемента, а делеция антикодон-связывающего домена глицил-тРНК синтетазы лишает её свойства стимулировать трансляцию мРНК полиовируса. Анализ последовательностей мРНК пикорнавирусов, показавший абсолютную консервативность глицинового «антикодона» у всех вирусов с IRES-элементами первого типа, позволил авторам выдвинуть обоснованное предположение о необходимости глицил-тРНК синтетазы для осуществления эффективной трансляции мРНК таких вирусов [1, с. 5602].

Имеющаяся на данный момент информация позволяет предположить, что специфическое взаимодействие глицил-тРНК синтетазы с IRES-элементами энтеровирусов и риновирусов может быть использовано в качестве мишени при борьбе с соответствующими заболеваниями. Изучение РНК-связывающих свойств глицил-тРНК синтетазы важно также потому, что кодирующий её ген ассоциирован с различными нейродегенеративными заболеваниями, в том числе с синдромом Шарко-Мари-Тута, затрагивающим функции периферической нервной системы. В большинстве случаев при этом синдроме классическая (тРНК-синтетазная) активность продукта мутантного гена не нарушена, и проявления заболевания связаны с некой нейрон-специфичной ролью глицил-тРНК синтетазы. Обнаружение у глицил-тРНК синтетазы альтернативной функции (функции регуляции трансляции специфических мРНК) может пролить свет на её роль в подобных заболеваниях.

Ранее в наше распоряжение И.Н. Шатским была любезно предоставлена плаزمид, несущая ген человеческой глицил-тРНК синтетазы (hGlyRS). При экспрессии данного гена белок нарабатывался практически полностью в нерастворимой форме и его не удавалось выделить в препаративных количествах с чистотой пригодной для кристаллизации. Поэтому мы перенесли ген глицил-тРНК синтетазы в другой экспрессионный вектор. Целевой рекомбинантный белок соответствует цитоплазматической версии hGlyRS, т.е. не содержит N-концевую сигнальную последовательность, необходимую для импорта белка в митохондрии. Цитоплазматическая форма hGlyRS состоит из трех доменов: неструктурированного так называемого WHEP-домена, каталитического корового домена и антикодон-связывающего домена (ABD). Ранее было показано, что активность (способность стимулировать трансляцию) как полноразмерного фермента, так и его фрагмента с обрезанным WHEP-доменом одинакова [1, с. 5602]. Обрезание же ABD-домена приводит к потере способности усиливать инициацию трансляции. Чтобы снизить негативное влияние подвижного неструктурированного N-концевого домена на кристаллизацию, мы получили укороченный вариант глицил-тРНК синтетазы, содержащий

только 2 и 3 домены, необходимые для функционирования белка. Для этих белков подобраны оптимальные условия наработки и разработана схема выделения.

Нами были получены также конструкции ДНК, несущие гены различных фрагментов вирусного IRES-элемента первого типа. Соответствующие фрагменты мРНК наработаны в препаративных количествах. На основании известной структурной информации [16, с. 20359] мы провели гомологичное моделирование структуры комплекса

минимального из полученных фрагментов IRES элемента (Рис 1.): IRES фрагмент, содержащий антикодоновую шпильку, в комплексе с мономером фрагмента глицил-тРНК-синтетазы, содержащим каталитический и ABD домены. На основании анализа полученной модели можно предположить, что именно ABD домен глицил-тРНК синтетазы отвечает за узнавание IRES элемента (Рис 2.)

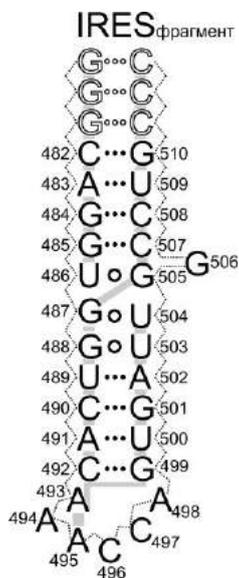


Рисунок 1.

Минимальный фрагмент IRES элемента полиовируса, использованный в экспериментах по связыванию. Ход сахарофосфатного остова показан пунктирной линией, стеклинг-взаимодействия показаны серыми бло-

ками, Взаимодействие во бл-пар показаны кружками, взаимодействия канонических пар показаны тремя точками. Три первые G-C пары внесены дополнительно для придания стабильности фрагменту, они выделены белым и пронумерованы.

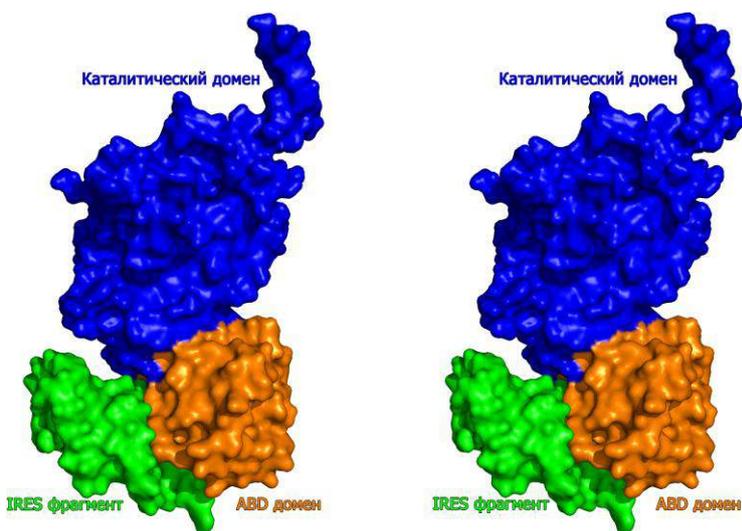


Рисунок 2.

Стереоизображение теоретической модели комплекса минимального из полученных фрагментов IRES элемента (содержащего антикодоновую шпильку) с мономером фрагмента глицил-тРНК-синтетазы, содержащим каталитический и ABD домены. Модель получена методом гомологичного моделирования на основе известной

структурной информации о взаимодействии глицил-тРНК синтетазы с тРНК [16, с. 20359].

Методом гель-электрофореза нуклеиновых кислот в ПААГ в неденатурирующих условиях нами было показано, что цитоплазматическая форма глицил-тРНК синтетазы полностью связывает такой фрагмент IRES-элемента в эквимольном соотношении (Рис 3.).



Рисунок 3.

Электрофоретический анализ комплекса цитоплазматической формы глицил-тРНК синтетазы с минимальным фрагментом IRES-элемента.

Дорожка 1 – минимальный фрагмент IRES-элемента.

Дорожка 2 – РНК-белковый комплекс.

Эти данные дают надежду на получение кристаллов данного комплекса и определение его структуры методом рентгеноструктурного анализа. Мы планируем также получить изолированный ABD домен и протестировать его способность связывать соответствующие фрагменты IRES элемента первого типа. Константы связывания для данных комплексов и для комплексов с другими наработанными фрагментами IRES будут определяться в дальнейшем методом поверхностного плазмонного резонанса. Наиболее стабильные комплексы будут отобраны для экспериментов по кристаллизации с целью определения их структуры.

Выражаем благодарность И.Н.Шатскому и сотруднику его лаборатории Дмитрию Андрееву за предоставление плазмид.

Данная работа была выполнена при поддержке гранта РФФ №15-14-00028.

Список литературы

1. Andreev D.E., Hirnet J., Terenin I.M., Dmitriev S.E., Niepmann M. and Shatsky I.N. (2012) Glycyl-tRNA synthetase specifically binds to the poliovirus IRES to activate translation initiation. *NAR*, 40 (12), 5602–5614.
2. Balvay, L., Soto Rifo, R., Ricci, E.P., Decimo, D. and Ohlmann, T. (2009) Structural and functional diversity of viral IRESes. *Biochim. Biophys. Acta*, 1789, 542–557.
3. Belsham, G.J. and Jackson, R.J. (2000) Translation initiation on picornavirus RNA. In: Sonenberg, N., Hershey, J.W.B. and Mathews, M.B. (eds), *Translational Control of Gene Expression*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, N.Y., pp. 869–900.
4. de Breyne, S., Yu, Y., Unbehaun, A., Pestova, T.V. and Hellen, C.U. (2009) Direct functional interaction of initiation factor eIF4G with type 1 internal ribosomal entry sites. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 106, 9197–9202.
5. Campbell, S.A., Lin, J., Dobrikova, E.Y. and Gromeier, M. (2005) Genetic determinants of cell type-specific poliovirus propagation in HEK 293 cells. *J. Virol.*, 79, 6281–6290.
6. Dorner, A.J., Semler, B.L., Jackson, R.J., Hanecak, R., Duprey, E. and Wimmer, E. (1984) In vitro translation of poliovirus RNA: utilization of internal initiation sites in reticulocyte lysate. *J. Virol.*, 50, 507–514.
7. Kafasla, P., Morgner, N., Robinson, C.V. and Jackson, R.J. (2010) Polypyrimidine tract-binding protein stimulates the poliovirus IRES by modulating eIF4G binding. *EMBO J.*, 29, 3710–3722.
8. Niepmann, M. (2009) Internal translation initiation of picornaviruses and hepatitis C virus. *Biochim. Biophys. Acta*, 1789, 529–541.
9. Ochs, K., Saleh, L., Bassili, G., Sonntag, V.H., Zeller, A. and Niepmann, M. (2002) Interaction of translation initiation factor eIF4B with the poliovirus internal ribosome entry site. *J. Virol.*, 76, 2113–2122.
10. Ochs, K., Zeller, A., Saleh, L., Bassili, G., Song, Y., Sonntag, A. and Niepmann, M. (2003) Impaired binding of standard initiation factors mediates poliovirus translation attenuation. *J. Virol.*, 77, 115–122.
11. Pelletier, J. and Sonenberg, N. (1988) Internal initiation of translation of eukaryotic mRNA directed by a sequence derived from poliovirus RNA. *Nature*, 334, 320–325.
12. Pestova, T.V., Hellen, C.U. and Shatsky, I.N. (1996) Canonical eukaryotic initiation factors determine initiation of translation by internal ribosomal entry. *Mol. Cell. Biol.*, 16, 6859–6869.
13. Pestova, T.V., Shatsky, I.N., Fletcher, S.P., Jackson, R.J. and Hellen, C.U. (1998) A prokaryotic-like mode of cytoplasmic eukaryotic ribosome binding to the initiation codon during internal translation initiation of hepatitis C and classical swine fever virus RNAs. *Genes Dev.*, 12, 67–83.
14. Pilipenko, E.V., Pestova, T.V., Kolupaeva, V.G., Khitrina, E.V., Poperechnaya, A.N., Agol, V.I. and Hellen, C.U. (2000) A cell cycle-dependent protein serves as a template-specific translation initiation factor. *Genes Dev.*, 14, 2028–2045.
15. Pisarev, A.V., Chard, L.S., Kaku, Y., Johns, H.L., Shatsky, I.N. and Belsham, G.J. (2004) Functional and structural similarities between the internal ribosome entry sites of hepatitis C virus and porcine teschovirus, a picornavirus. *J. Virol.*, 78, 4487–4497.
16. Qin X, Hao Z, Tian Q, Zhang Z, Zhou C, Xie W. (2014) Cocrystal structures of glycyl-tRNA synthetase in complex with tRNA suggest multiple conformational states in glycylation. *J Biol Chem*. 289(29):20359–69.

ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ

КРАСОТА И ПРЕКРАСНОЕ В РЕЛИГИОЗНО-МИСТИЧЕСКОМ УЧЕНИИ

Исаков Кубанычбек Абдыкадырович

кандидат философских наук, доцент Ошского филиала КНУ им. Ж.Баласагына г. Ош, Республика Кыргызстан

BEAUTIFULNESS AND EXCELLENCE IN RELIGIOUS-MYTHICAL STUDY

Isakov Kubanychbek Abdykadyrovich, Doctor of Philosophy, associate professor of Osh Branch of Kyrgyz National University named after Zh. Balasagyn, Osh city, the Kyrgyz Republic

АННОТАЦИЯ

В статье даётся концептуальный историко-философский анализ эстетических парадигм суфизма.

ABSTRACT

The article touches upon the historical and philosophical analysis of aesthetic paradigm of Sufism.

Ключевые слова: Мистика, маснави, иллюстрация, доктрина, эмоция.

Key words: Mysticism, masnavi, illustration, doctrine, emotion.

Весь понятийный аппарат, который сумел выработать суфизм, направлен прежде всего на достижение именно мистической цели. Суфизм в области гносеологии, онтологии, космологии и космогонии не смог выйти за рамки мистического учения и не смог подняться до уровня научного объяснения в истолкования мира, но в области этики и эстетики нельзя не считаться с выдвинутыми идеями его идеологов, и которые нельзя отбросить, просто объявив их мистическими и примитивными [14:17].

Суфизм как мистико-еретическое, философско-религиозное течение многолик. С момента своего возникновения он сумел приобрести различные формы и различные идейные устремления. Но своей многоликостью, эклектичностью, суфизм сохранили в течении ряда веков своё идейное единство. Оно прежде всего заключается в абсолютном признании всеми суфиями различных орденно-религиозно-мистической идеи, которая связана с признанием бога вплоть до растворения слияния человека с богом.

В данной статье сделана попытка выявить эстетические концепции (парадигмы) в учении суфизма, без которых он не смог бы стать столь популярным и влиятельным на мусульманском Востоке. Эстетические системы, принципы и понятия суфизма оказывались вне поля зрения историков философии, литературоведов и эстетиков. Одной из причин длительного невнимания к суфийской эстетике со стороны исследователей является отсутствие специальных эстетических трактатов в Ближнем, Среднем Востоке и Центральной Азии и в то время - не была самостоятельной наукой и, вообще сама наука «эстетика» основана в XVIII веке немецким философом А.Баумгартеном. Эстетика здесь была на уровне нерасчлененного философско-эстетического мышления, причем в этом синтезе религиозная сторона играла большую роль. Искусство в суфийской концепции миропонимания не мыслилось относительно самостоятельной сферой практики и мышления.

Отсюда и трудность выявления эстетических воззрений как в суфизме, так и в светской литературе в целом.

У суфиев, как, впрочем, и у других классиков Восточной литературы, довольно трудно отделить эстетические взгляды от этических. Кроме того, их эстетические взгляды рассыпаны по крупичкам в различных трактатах и нередко облечены в религиозно-мистическую оболочку. Поэтому извлечь эстетические идеи из суфийских трактатов не всегда представляется легким делом, но они в тоже время, в общих чертах позволяют представить уровень суфийской эстетики [10:7].

Такие титаны мысли Средневекового Востока, как Газали, Джамии, Хафиз, Навои и другие высказывали ценные мысли, связанные с философией, этико-эстетической системой суфизма.

Все это стало важным толчком к рассмотрению эстетической концепции суфизма. Не претендуя на всесторонний анализ, мы попытались осветить некоторые стороны этой многоаспектной темы.

В эстетической концепции суфизма большое внимание уделялось категории Прекрасного. Для определения этой категории были выработаны соответствующие термины. В суфийских текстах мы встречаемся с такими понятиями, как прекрасное, красота, совершенство, порядок, чистота, величие, луч и др. Словом, эстетическая палитра суфизма для определения красоты очень богата и многообразна и часто использовалась представителями суфизма для переосмысления эстетических явлений. Все теоретики суфизма, начиная с Абу Сайда, Газали и кончая Руми, Джамии и другими шейхами того или иного суфийского ордена, пытались дать определение категории прекрасного в своей философско-мистической системе [10:8]. При этом у того или иного суфийского теоретика или шейха можно обнаружить иногда различные грани, вариации, определения красоты. Однако, в целом, как показывают беседы, проповеди, наставления, трактаты извест-

ных суфиев, они высказывают созвучные мысли в понимании прекрасного. Их представления о прекрасном основаны на идее мистического познания бога, который стал для суфиев религиозно-эстетическим идеалом, высшей целью жизни и специфической системой нравственного и эстетического совершенства человека, связанной с проповедью идеалов аскетизма, бедности, воздержания и презрения к материальному миру.

Что такое прекрасное в понимании суфизма? Прекрасное - это прежде всего проявление божественного совершенства. Айнулкузот, например, считал что красота видимого мира есть образ божественной красоты. Если мы внимательнее присмотримся к материальному миру, то увидим, утверждал он, что многообразии красот есть выражение частицы божественной.

Суфизм различает три основные ступени красоты:

1. Абсолютная, неизменная, божественная красота;
2. Красота предметов и явлений материального мира, что является отражением красоты Абсолюта;
3. Духовная красота, невидимая красота, связанная с деянием человека.

Суфийское понимание красоты Абсолюта, т.е. бога, ярко раскрывается через пантеизм, но не как растворение бога в материальном мире, а, наоборот, растворение максимального мира в боге.

Для суфизма Прекрасное и Единство мира в его религиозно-идеалистическом понимании тождественны. Нарушение этого Единства есть безобразное. Подобно тому как, если лишит бабочку крылышка, она станет безобразной, парализованной, точно также разрушение единства мира приведет к его гибели [17:197]. Красота бога, как мы подчеркивали выше, находит свое отражение в вещах, предметах, явлениях материального мира. Она может отражаться в воде, зелени, в звездах, луне, солнце и даже в лице и локонах прекрасной девушки.

Бог как абсолютная красота для суфиев выступает идеалом красоты. Поэтому, каждый честный суфий должен стремиться к тому, чтобы во всем походить на него. Газали, например, пишет, что человек «должен подражать Богу, ведя себя согласно божественному образцу, даже сказано: «Ведите себя, как Аллах» [1:40]. Это значит, обладать такими похвальными божественными качествами, как знание, благочестие, благотворительность, любезность, преисполненность добра, милосердие к тварям, помощь им, направление к истине, удержание от дурного и прочие похвальные деяния Шариата. Все это приближает к Всевышнему не в смысле близости по расстоянию, а по качествам.

По суфизму, красота бога вечна, постоянна. Она дает человеку радость, надежду, уверенность в постижении божественной сущности [10:11].

Красота бога, учат суфийские теоретики, не каждым постигается и не каждым осознается. Простолюдин неспособен постичь суть красоты бога. Она познается в первую очередь тем, кто сумеет пройти по основным мистическим ступеням (шариат, тарикат, маърифат, хакикат) суфизма. Газали, например, придавая трактовке красоты Бога нравственно-религиозной характер, пишет, что красоту и величие бога познает только тот, кто совершает благо, кто красоту не сравнивает с желанием. Красота Бога в эстетике суфизма трактуется эзотрично, т.е. она скрыта от взора простых смертных людей и доступна лишь посвященным, святым.

Айналкузот, один из наиболее последовательных суфиев, в своей книге «Зубдатул-хакоих» пишет: «Очевидно, что разум явно бессилён распознать и

постичь многие чувственные вещи, не говоря о скрытых сущностях. Следовательно, тот, кто хочет увидеть бессилие своего разума, должен внимательно посмотреть в зеркало души, которое является лучшим средством показа того, что разум действительно не в силах познать все секреты мира божественного. Я не отрицаю, что разум сотворен для того, чтобы познать предметы и явления материального мира, но и не люблю, чтобы его границы в области познания насильно расширялись больше естественной степени.

Эстетическое многообразие мира, как творение бога, служило для теоретиков суфизма важным аргументом в деле защиты своих догм, согласно которой бытие бога сливалось с бытием его творения.

Эстетическое отношение суфизма к миру противоречиво. Когда под понятием аалам (мир) подразумевается все мироздание, как «видимость» бога (Весь мир в боге, а бог в мире»), тогда он, несомненно, трактуется как Прекрасное, но когда в понятии аалам больше акцентируется реальная жизнь людей, их взаимоотношения в обществе, моральные и социальные устои, тогда этот мир воспринимается как нечто безобразное, антиэстетическое, заслуживающее всякого порицания. Социальный мир имплицитно собою и природу, тогда реальный мир становится в сознании суфиев обманчивым, изменчивым, губительным для живущих в нем.

Эстетика суфизма прямо и демонстративно требовала отказа от любых жизненных удобств и наслаждений, а нищету и лишения оправдывала красотой духовного совершенства. Она провозгласила своим главным принципом отказ от красоты материального во имя красоты идеального, примат чувства над разумом, отвлечение от логического во имя эмоционального. Суфизм в эстетике сумел создать «свод правил» для интуитивного, проникновения в суть явлений, при обязательном отвлечении от красоты материального мира [10:15].

Суфии находили в своей эстетической доктрине нравственный выход. И они требовали верить во всеобщий, неизменный, совершенный Дух. Отсюда суфизм во имя бога отчуждал человеческую сущность от самого человека, превращал его в мистика.

Нравственно-эстетический кодекс суфизма, который являлся главным критерием определения красоты человека, заключен в самом термине «суф» [15:31].

Наиболее ярко и полно эстетическая доктрина суфизма отражена в научных трудах Аб — Хамида ал-Газали (450/1058 - 478/1085), одного из крупных мыслителей средневекового Востока, с именем которого связана целая эпоха. Хотя не все философско-религиозные, этико-эстетические учения суфиев принял Газали (например, учение суфиев о пантеизме, слияние человека с богом, примат чувства над разумом, пренебрежительное и безразличное отношение к обрядам ислама: молитв, паломничество в Мекку и т.д.), однако, взял из эстетики суфизма главное - учение о познании бога путем любви, экстаза и эмоционального переживания. Газали служил интересам ортодоксального ислама. И переработал эстетику суфизма в том плане, чтобы она соответствовала Корану, шариату, сунне. Специально не останавливаясь на анализе эстетических взглядов Газали, отметим, что они не противоречили эстетической доктрине суфизма, многие

эстетические идеи Газали затем были подхвачены поздними суфиями и стали их основными принципами [1:39-40].

Концепция красоты у Газали имплицитно вытекает из космологической концепции трех миров и человека как микрокосмоса.

Если мир, по Газали, делится на три части: мир явного и осязаемого - аалам ал-мулк-ва-шшахада, мир духовного - аалам ал-джабарут и мир потустороннего, скрытого, аалам ал-гайб-ва-л-малакут, то и красота объясняется согласно этому иерархическому строению всего сущего (мулк-джабарут-малакут-Аллах) [1:155].

Словом, существует параллелизм не только между космологией и психологией, как подчеркивают некоторые исследователи творчества Газали, но и между космологией и эстетикой в его философской системе.

Суфийская концепция красоты отражена в главном труде Газали "Воскрешение наук о вере" ("Ихмаулум-ал-дин"). Здесь Газали выступает не только как суннитский теолог, суфий, философ, правовед, но и пытается создать свою этико-эстетическую систему.

Эстетические взгляды, изложенные ал-Газали в "Воскрешение наук о вере", оказали огромное влияние на развитие эстетики суфизма. Эстетические идеалы суфизма в "Воскрешении наук о вере" выражены особенно отчетливо, неслучайно ведущие исследователи суфизма, в частности Арбери, называет этот труд наряду с "ал-Футухат ал-макийа" Ибн аль-Араби главным суфийским произведением и считает необходимым опираться на него в исследовании позднего суфизма.

Определение красоты, считал Газали, не является легким делом. Признавая абсолютную красоту, он не отрицает красоту земную. Красота реально существует вокруг нас и пройти мимо нее нельзя.

Для Газали красота предметов, вещей тесно связано с их функциональностью, целесообразностью. "Так, красивая лошадь должна в совершенстве обладать всеми соответствующими качествами: формой, сложением, цветом, быстротой и легкостью хода. Хороший почерк отличаются правильные пропорции букв и строк. Таким образом, каждое имеет соответствующий только ему вид совершенства, который для другого может быть своей противоположностью, то есть красота каждого предмета - в соответствующем ему виде совершенства. Так, человек не будет красив, если надеть его качествами хорошей лошади, почерк - тем, что делает красивой лошадь, и сосуды - красотой одежды. Так же и все остальное. Мера, соответствие своему назначению предмета, целесообразность предмета, организованность, согласованность и пропорциональность частей для Газали являются главными признаками красоты вещей, предметов.

Однако, Газали не ограничивает красоту рамками видимых качеств предметов (гармонии формы, прелести цвета, белизны, стройного сложения и т.д.) и чувственно неосязаемое. Ведь говорят: это чудесный человек, это

прекрасная наука, это замечательная история, хороший моральный облик. Когда говорят о прекрасном моральном облике, имеют в виду образованность, ум, благонаравие, храбрость, благочестивость, великодушие и другие добродетели. Многие из этих черт познаются не пятью чувствами, а советом внутреннего разума.

Истинная красота не внешняя, а внутренняя, которая воспринимается не чувствами, а советом разума. Внутренняя красота человека познается в процессе общения, в поступках. Только тогда она может вызывать любовь, восхищение, удовлетворение, восторг. Высокое моральное качество человека рождает красоту, которая является выше по сравнению с внешней красотой. Внешняя, физическая красота человека временна, преходяща, внутренняя, духовная красота человека постоянна, вечна.

Литература

1. Аль-Газали. Исследование сокровенных тайн сердца. - М.: Ансар, 2006. - 472 с.
2. Беляев М.А. Мусульманское сектанство. - М.: 1957. - 180 с.
3. Бертельс Е.Э. Суфизм и суфийская литература. - М.: 1965. - 491 с.
4. Бертельс Е.Э. История персидско-таджикской литературы. - М.: 1960. - 523 с.
5. Идрис Шах. Суфизм. - М.: 1994. - 444 с.
6. Керимов Г.М. Газали и суфизм. - Баку: Элм, 1969. - 169 с.
7. Кныш А.Д. Некоторые проблемы изучения суфизма. // Ислам. Религия. Общество. Государства. - М.: Наука, 1984. - С. 87-95.
8. Кныш А.Д. Суфизм. // Ислам. Исторические очерки. - М.: Наука, 1991. С. 109-207.
9. Крымский А. Е. Очерк развития суфизма до конца III в. хиджры. - М.: 1895.
10. Курбанмамадов А. Этическая доктрина суфизма. - Душанбе: Дониш, 1987. - 108 с.
11. Мец А. Мусульманский ренессанс. - М.: Наука, 1966. - 458 с.
12. Наумкин В.В. Идея "высшего состояния" у аль-Газали. // Народы Азии и Африки, № 5. - М.: 1973. - С.112-121.
13. Степанянц М.Т. Проблемы познания в суфизме. // Вопросы философии. 1988. №4. С. 113-127.
14. Степанянц М.Т. Философские аспекты суфизма. - М.: Наука, 1987. - 192 с.
15. Суфизм в контексте мусульманской культуры. - М.: Наука, 1989. - 341 с.
16. Хайруллаев М. М. Культурное наследие и история философской мысли. - Ташкент: Узбекистан, 1985. - 262 с.
17. Эрнст Карл. Суфизм. - М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. - 320 с.

СЕТЕВЫЕ ПРОЕКТЫ КАК ПРОСТРАНСТВО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Корчагина Юлия Сергеевна

Аспирант, Нижегородский Государственный, Технический Университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

NETWORK PROJECTS AS SPACE OF DEVELOPMENT OF MODERN SCIENCE

Korchagina Julia Sergeevna, Graduate student, Nizhny Novgorod State Technical University of R. E. Alekseev, Nizhny Novgorod

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена попытка обоснования необходимости управления коммуникацией в сфере науки. Для этого анализируется состояние современной науки и общества, проблемы их взаимодействия. Автором выявляются коммуникативные барьеры, мешающие эффективному гармоничному развитию науки и общества, и предлагаются пути их решения посредством проектной деятельности на основе примера студенческого проекта турнира по дебатам «Атомная Энергия. Споры», который был реализован в НГТУ им. Р.Е. Алексева г. Нижний Новгород.

ABSTRACT

The given article attempts at justifying the necessity of managing communications in the sphere of science. For this purpose the state of modern science and society, problems of their interaction are analyzed. The author singles out the communicative barriers that prevent the effective harmonious development of science and society, and ways their solutions are proposed through project activities with the help of the example student project «Nuclear Energy. Disputes» which was realized in NGTU of R. E. Alekseev Nizhny Novgorod.

Ключевые слова: наука; общество; технoнаука; коммуникация; коммуникативное пространство; проектная деятельность; консенсусные технологии.

Keywords: science; society; technoscience; communication; communicative space; project activity; consensus technologies.

Глобальная эволюция, научно-технический прогресс повлекли за собой изменения характера взаимоотношений науки и общества. В рамках развития технoнауки актуализировались коэволюционные стратегии взаимодействия науки и общества: методы внедрения в жизнь человека научно-технических инноваций и выбор путей дальнейшего развития науки. Вследствие этого особое значение приобретает проектная деятельность как неотъемлемая составляющая технoнауки.

Включенность общества в процесс развития науки – один из признаков ее современного состояния. Человек перестает рассматриваться только с позиции постороннего наблюдателя, он становится непосредственным участником события и процесса развития науки, определяя ее направление, в первую очередь, своими потребностями. Это предполагает учет обратной связи и актуализирует вопросы построения системы эффективной двусторонней коммуникации между наукой и обществом.

Выстраивание такой системы коммуникаций автором данной статьи предлагается в рамках сетевых образовательных проектов, с помощью которых решаются определенные задачи в конкретной сфере, на основании выбранной коммуникационной модели, а в системе данные проекты помогают сформировать алгоритм построения эффективной коммуникации с общественностью. Проект представляется как коммуникативная площадка, в рамках которой субъекты коммуникации могут на основании достоверной информации формировать мнение о проблеме и выбирать путь ее решения. Это наглядно демонстрирует особенность современной технoнауки – включенность индивида в контур ее развития.

В рамках данной статьи примером такой площадки предстает авторский проект турнира по дебатам «Атомная энергия. Споры», реализованный в 2006-2010 г.г. в городе Нижний Новгород на базе Нижегородского Государственного Технического Университета им. Р.Е. Алексева [3]. Турнир включал в себя серию игр, где представители разных точек зрения на развитие ядерной энергетики (ЯЭ) и строительство атомных электростанций (АЭС) могли прийти к консенсусу. К подготовке участников дебатов были привлечены эксперты в области ядерной энергетики и экологии, студентам были даны квалифицированные консультации на интересующие их вопросы, затрагивающие противоположные точки зрения на развитие данной отрасли.

Теоретической основой проекта стала модель коммуникативного действия Юргена Хабермаса. Он рассматривал проблему необходимости поиска консенсуса с аудиторией в рамках диалога для решения конфликтных ситуаций [4]. Для этого, в соответствии с теорией Ю. Хабермаса, необходимо налаживать двустороннюю коммуникацию с учетом общественных мнений и предложений, а также выработкой консенсусных решений по вопросам дальнейшего развития, в данном случае, ядерной энергетики. В своих работах Хабермас писал, что проблемные ситуации должны переноситься в пространство «жизненного мира», где спорящие субъекты в процессе коммуникации выдвигают и аргументируют свои позиции, изменяют их, выслушивают друг друга, и в конечном итоге достигают согласия [4, с.31]. Общественное мнение в данном случае формируется в результате открытого обсуждения и зависит от количества информации, ее доступности и способа доведения до потребителя или, иными словами, от языка науки и методов коммуникации. Сложность языка науки нередко вызывает у общества непонимание и, вследствие этого, может порождать негативные оценки научно-технических достижений и появления их в жизни человека. Необходимо переводить научные факты на уровень быденного сознания, что также эффективно решается в процессе реализации проекта дебатов. Таким образом, в рамках коммуникативного пространства необходимо построение новых кодов и смыслов, интерпретируемых обществом, и самостоятельно формирующим мнение о проблемах, вырабатывающим новые ценности и установки, а также постепенно изменяющим системы старых ценностей [2].

Специально разработанный алгоритм оценки эффективности PR-средств, применяемых в ходе дебатов с целью изменения общественного мнения в пользу ядерной энергетики, включающий качественные и количественные исследования, позволил сделать следующие выводы о результатах проведенной работы.

Во-первых, проект по дебатам доказал свою эффективность как способ изменения общественного мнения и просвещения общественности по вопросам развития ядерной энергетики. Сравнение результатов анкетных исследований участников турнира до и после дебатов дало возможность выявить увеличение количества студентов

высказывающихся за дальнейшее развитие ядерной энергетики. Во-вторых, помимо средства изменения общественного мнения, дебаты доказали свою эффективность и как инновационный образовательный метод: подавляющему большинству такой метод обучения понравился. Участники отметили, что благодаря дебатам, узнали новую для себя информацию, что повлекло сокращение негативных оценок ядерной энергетики студентами, появление новых положительных характеристик, связанных с ее функционированием и преимуществами. В-третьих, для дебатов характерен долговременный эффект формирования интереса к проблеме. В результате анкетирования в 2010 году участников турнира по дебатам 2008 года, удалось установить, что студенты продолжают интересоваться проблемами ядерной энергетики и после его завершения.

На основе полученных данных, можно сказать, что в ходе дебатов сформировано консенсусное коммуникативное пространство, на территории которого студенты проводили самостоятельные исследования, консультировались с экспертами, аргументировано отстаивали свои позиции. Это позволило получить им новую объективную информацию о преимуществах и недостатках ядерной энергетики, убедиться в ее безопасности, перспективности. В ходе проведения дебатов частично решается проблема негативного и необъективного отношения к ядерной энергетике среди молодежи Нижегородской области, нивелируются деструктивные стереотипы, и начинает формироваться благоприятный климат для дальнейшего развития отрасли и строительства атомных электростанций [1].

Таким образом, подобная сеть образовательных проектов позволяет создать коммуникативную площадку, в рамках которой налаживается эффективное взаимодействие между наукой и обществом: снимается напряженность внедрения в жизнь человека научно-технических инноваций. Помимо этого, проектная деятельность ре-

шает вопросы сложности языка науки, делая ее более доступной и «близкой» обществу, показывая ее действие в повседневной жизни, что и есть один из маркеров ее постнеклассического измерения.

Список литературы

1. Корчагина, Ю.С. Эффективность PR-средств формирования общественного мнения в сфере ядерной энергетики: модели и алгоритм оценки/ Ю.С. Корчагина, Т.Л. Михайлова// Материалы VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/559/5971> (дата обращения: 05.02.2015).
2. Михайлова, Т.Л. Проблематизация теоретических основ коммуникативистики / Т.Л. Михайлова // Труды НГТУ им Р.Е. Алексеева. Серия Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2008. №1. С. 26-38.
3. Федулова, Ю.С. Дебаты как социальная технология управления коммуникацией (на примере развития ядерной энергетики в Нижегородской области) / Ю.С. Федулова, Т.Л. Михайлова// Проблемы менеджмента коммуникаций: от теории к практике: Тезисы докладов и выступлений Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых 17-18 марта 2010 года; под ред. М.Л. Алемасовой. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского государственного аграрного университета. – С. 329-331.
4. Хабермас, Ю. Теория коммуникативного действия / Ю. Хабермас // Вестник МГУ. Сер. 7. Философия. 1993. № 4.
5. Юдин, Б.Г. Наука в обществе знаний [Электронный ресурс] / Б.Г. Юдин // Вопросы философии: сайт. – URL: http://vphil.ru/index.php?id=193&option=com_content&task=view (дата обращения: 06.08.2015).

ПРИОРИТЕТЫ ТРЁХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ: СФЕРА ЭКОЛОГИИ

Пищик Александр Михайлович

доктор филос. наук, профессор, Дзержинского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы, г. Дзержинск

THE PRIORITIES OF THE THREE CIVILIZATIONS: THE SPHERE OF ECOLOGY

Pishchik Alexander, Doctor of Philosophy, professor Of the Dzerzhinsky branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

АННОТАЦИЯ

Целью статьи является определение изменений в системе отношений «человек – природа» в аграрной, индустриальной и постиндустриальной цивилизации. Системодейательностный подход позволил выделить приоритетные факторы развития трёх цивилизаций в сфере экологической деятельности.

ABSTRACT

The aim of the article is to identify changes in the system of relations "man – nature" in agrarian, industrial and post-industrial civilization. System-activity approach allowed us to identify the priority factors in the development of the three civilizations in the sphere of ecological activity.

Ключевые слова: системодейательностный подход; приоритеты развития; аграрная, индустриальная и постиндустриальная цивилизация; экологическая деятельность.

Keywords: system-activity approach; priorities for development; agrarian, industrial and post-industrial civilization; ecological activity.

(Продолжение, начало в предыдущем номере)

1. В предыдущей статье «Приоритеты трёх цивилизаций» были рассмотрены цивилизационные тренды в сфере экономической деятельности. Задача данной статьи – выявление цивилизационных трендов в сфере экологической деятельности (таблица 1).

Экологическая деятельность – родовая деятельность человека и общества по сохранению, восстановлению и совершенствованию объектов природы, а также защиты населения от негативного воздействия природной среды и утилизации отходов человеческой деятельности [6].

Таблица 1

Цивилизационные изменения отношений в системе «человек – природа»

Сферы деятельности	Цивилизация		
	Аграрно-ремесленная до XX века	Индустриальная XX век	Постиндустриальная XXI век
ЭКОЛОГИЯ	Господство природы над человеком	Господство человека над природой	Гармония человека и природы

До XX в. жизнедеятельность человека в условиях аграрно-ремесленной цивилизации определялась состоянием вещественной природной среды. В XX в. жизнедеятельность человека в условиях индустриальной цивилизации стала определяться состоянием энергетической техносреды. В начале XXI в. жизнедеятельность человека всё в большей мере определяется состоянием информационной техносреды.

На языке метафоры можно сказать, что в аграрно-ремесленный период мера планетарной природы господствует над мерой человека. Человек приспосабливается к природе. В индустриальный период энергетическая мощь человека такова, что у него появляется чувство хозяина природы. Он её преобразует и покоряет. Наблюдается локальное господство человека над природой. Глобальные экологические катастрофы – свидетельство, с одной стороны, того, что компенсаторные возможности самовосстановления природы достигли своих границ, и, с другой стороны, что природа катастрофами пытается защититься от неразумного человечества. Сегодня наметился путь компромисса во взаимоотношениях планетарной природы и человечества в международных движениях "Green Peace" и "Sustainable development". Идеалом этих движений является не компромисс, а консенсус взаимодействия человека и природы. Гармония меры человека и меры природы, меры человечества и меры планетарной природы в их коэволюционном совершенствовании – истинный путь дальнейшего развития жизни на Земле [5]. Если человечество XXI в. не пойдёт по этому пути, то в дальнейшем глобальные катастрофы будут нарастать и приведут к печальным для человечества результатам. Угроза гибели человечества от термоядерной катастрофы дополняется угрозой гибели от экологической катастрофы.

В мире отмечается закономерный рост количества природных катастрофических явлений. Бельгийский исследовательский центр собрал информацию, которая послужила основой для анализа развития природных катастроф в мире за 35 лет, с 1965 г. по 1999 г. Рассмотрено 6385 случаев, связанных с 7 наиболее распространенными природными опасностями: землетрясениями, наводнениями, тайфунами и штормами, засухами, извержениями вулканов, экстремальными температурами (заморозки, гололед, суховеи), оползнями. Последние три явления объединены в одну группу, названную «другие природные катастрофы». В 1990 – 1994 гг. среднее ежегодное количество катастроф возросло по отношению к 1965 – 69 гг. почти в 3 раза. Важнейшая опасная тенденция развития природных катастроф на Земле – снижение защищенности людей и техносферы. По данным Всемирной конференции по природным катастрофам (Йокогама, 1994 г.), количество погибших возросло ежегодно в среднем за период с 1962 г. по 1992 г. на 4,3%, пострадавших – на 8,6%, а величина материальных потерь – на 6%. Количество погибших на Земле за 35 лет от семи видов катастрофических явлений составляет 3,8 млн. чел., пострадало более 3 млрд., а общий экономический ущерб составил 340 млрд. долл. [4].

По данным Мюнхенской Компании перестрахования число значительных природных катастроф за период 1980-2007 гг. увеличилось более чем в два раза [1].

Экологическая обстановка на планете в наибольшей мере зависит от восьми стран «экологических тяжеловесов», по терминологии Кристофера Флавина (табл. 1) [9]. Данные 1997 г. таблицы К. Флавина скорректированы данными 2013- 2015 гг. Больше всего CO2 выделяют Китай, США, Евросоюз и Индия (58 процентов от глобальной эмиссии). В 2013 году выбросы углекислого газа достигли рекордных 36 миллиардов тонн (рис.1) [10].

Таблица 1

Восемь экологических тяжеловесов

Страна	Доля в мире, %				
	население	валовой продукт	выброс углерода	запасы леса	виды цветковых растений
	1996 / 2015*	1994 / 2014**	1995 / 2013***	1990	1990
США	5 / 4,45	26 / 22	23 / 14,5	6	8
Россия	3 / 2,03	2 / 2,77	7 / 5	21	9
Япония	2 / 1,76	17 / 6,5	5 / 3,4	0,7	2
Германия	1 / 1,12	8 / 4,9	4 / 2,1	0,3	1
Китай	21 / 19,26	2 / 12	13 / 27,6	4	12
Индия	17 / 17,68	1 / 2,48	4 / 6,7	2	6
Индонезия	4 / 3,51	0,7 / 1,15	1 / 1,37	3	8
Бразилия	3 / 2,84	2 / 2,9	1 / 1,33	16	22
Всего:	56 / 52,65	59 / 54,7	58 / 62	53	-

* Данные 2015 г. [8], ** Данные 2014 г. [2], *** Данные 2013 г. [10]

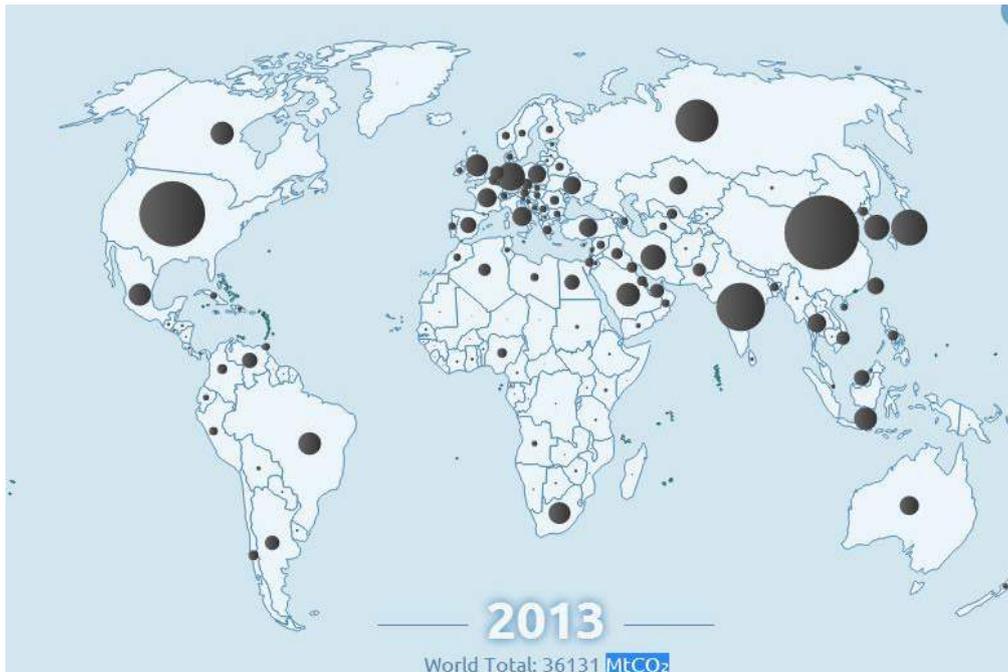


Рисунок 1. Выбросы углекислого газа в атмосферу в 2013 г.

Фото: Global Carbon Project [11]

Таблица 2

Функции и объекты экологической деятельности

Функции экологической деятельности	Объекты экологической деятельности			
	литосфера	гидросфера	атмосфера	биосфера
Природосохранение	1	2	3	4
Природовосстановление	5	6	7	8
Природосовершенствование	9	10	11	12
Защита населения от негативного воздействия природной среды	13	14	15	16
Утилизация отходов человеческой деятельности	17	18	19	20

Системоделятельный подход, разработанный в Нижегородской методологической школе [6], позволил выделить систему направлений деятельности по гармонизации отношений человека и природы (табл.2).

Природосохранение

1. Сохранение литосферы: запрет на антропогенное невосстанавливаемое разрушение почвы.
2. Сохранение гидросферы: запрет на антропогенное невосстанавливаемое разрушение естественных водоёмов.
3. Сохранение атмосферы: запрет на антропогенное невосстанавливаемое загрязнение естественной атмосферы.
4. Сохранение биосферы: запрет на антропогенное невосстанавливаемое уничтожение естественного биоразнообразия планеты.

Природовосстановление

5. Восстановление литосферы: восстановление почвы.
6. Восстановление гидросферы: восстановление естественных водоёмов.
7. Восстановление атмосферы: восстановление естественной атмосферы.
8. Восстановление биосферы: восстановление естественного биоразнообразия планеты.

Природосовершенствование

9. Совершенствование литосферы: антропогенное совершенствование плодородия почвы.

10. Совершенствование гидросферы: антропогенное совершенствование водоемов.

11. Совершенствование атмосферы: антропогенное совершенствование атмосферы.

12. Совершенствование биосферы: антропогенное совершенствование биоразнообразия планеты.

Защита населения от негативного воздействия природной среды[7]

13. Защита населения от разрушительного воздействия литосферы: предупреждение разрушительного воздействия на антропосферу землетрясений, извержений вулканов, оползней, селей, осыпей, лавин, просадок (обвалов) земной поверхности в результате карста, пыльных бурь и др.

14. Защита населения от разрушительного воздействия гидросферы: предупреждение разрушительного воздействия на антропосферу наводнений, повышенный уровня грунтовых вод (подтоплений), ливней, крупных градов, сильных снегопадов, сильного гололёда, снежных лавин, тропических циклонов (тайфуны), цунами и др.

15. Защита населения от разрушительного воздействия атмосферных явлений: предупреждение разрушительного воздействия на антропосферу климатических изменений, бурь (9-11 баллов), ураганов (12-15 баллов), смерчей (торнадо), шквалов, вертикальных вихрей (потюки) и др.

16. Защита населения от разрушительного воздействия со стороны биосферы: предупреждение эпидемий от вирусов и бактерий; защита от опасных медуз; защита от червей-паразитов (аскариды, солитёры, пиявки); защита от опасных моллюсков (тридакны, конусы, осьминоги), защита от опасных членистоногих (ракообразные, паукообразные, кровососущие и жалящие насекомые); защита от опасных для человека рыб (акулы, электрические скаты и др.); защита от опасных земноводных и пресмыкающихся (ядовитые жабы и лягушки, змеи, крокодилы и др.); защита от грызунов (мыши, крысы); защита от хищников (кошачьи, псовые, медведи); защита от ядовитых грибов, трав, плодов. Сюда же следует отнести лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых.
- Утилизация отходов человеческой деятельности
- Утилизация отходов - деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла, и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий [3].
17. Утилизация твердых отходов производства и потребления: остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, товаров (продукции или изделий) образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации (металлолом, древесные отходы, стекломой, радиоактивные отходы, макулатура, шлам, шлак, зола, мусор и т.д.).
18. Утилизация жидких производственных и бытовых отходов (сбросов): жидкие вещества, подлежащие выводу (сбросу в почву или водоем) за пределы производства, а также общественного или личного потребления (жизнедеятельности), включая входящие в них опасные и/или ценные компоненты, которые улавливают при очистке этих жидких веществ и ликвидируют в соответствии с требованиями национального законодательства и/или нормативных документов.
19. Утилизация газообразных отходов (выбросов): газопылевые вещества, подлежащие выводу (выбросу в атмосферу) за пределы производства, включая входящие в них опасные и/или ценные компоненты, которые улавливают при очистке отходящих технологических газов и ликвидируют в соответствии с требованиями национального законодательства и/или нормативных документов.
20. Утилизация биоотходов: биологические ткани и органы, образующиеся в результате медицинской и ветеринарной оперативной практики, медико-биологических экспериментов, гибели скота, других животных и птицы, и другие отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения, а также отходы биотехнологической промышленности [3].

Литература

1. Бедрицкий А.И. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие России // Межд. конф. «Измерение и содействие прогрессу: новый подход для стран СНГ и Восточной Европы». Москва, 29-30 сентября 2008.
2. Глобальный рейтинг стран и территорий мира по показателю валового внутреннего продукта. Рассчитан по методике Всемирного банка (The World Bank). – режим доступа к изд.: <http://gtmarket.ru/ratings/rating-countries-gdp/rating-countries-gdp-info>
3. ГОСТ 30772-2001 Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения – режим доступа к изд.: <http://docs.cntd.ru/document/1200028831>
4. Иванов О.П. Проблема опасных природных процессов, актуальность и пути решения / О.П. Иванов, М.Д. Рукин, Н.Ф. Титова // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.18344, 28.11.2013 – режим доступа к изд.: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/00162231.htm>
5. Моисеев Н.Н. Коэволюция природы и общества. Пути ноосферогенеза // Экология и жизнь. – 1997, № 2–3 – режим доступа к изд.: <http://www.igrunov.ru/vin/vchk-vin-discipl/ecology/authors/moiseev/noosferogenez.html>
6. Пищик А.М. Научно-исследовательская программа Нижегородской методологической школы // Евразийский союз учёных (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал, 2005. - №4 (13). Часть 13. – С. 31-34 – режим доступа к изд.:
7. http://issuu.com/euroasiascience/docs/evro_13_p13.
8. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 17.05.2011) «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» – режим доступа к изд.:
9. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_114211/#p20
10. Список стран по населению // Материал из Википедии – свободной энциклопедии - режим доступа к изд.: https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD_%D0%BF%D0%BE_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5_%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E&oldid=71486971
11. Flavin C. The Legacy of Rio // State of the World. Eds.: L.R. Brown, C. Flavin, H.F. French. World watch Institute. W.W. Norton & Company. New York – London. 1997. - 229 p. - режим доступа к изд.: http://www.rus-stat.ru/stat/8581998_1.pdf
12. Persistent growth of CO2 emissions and implications for reaching climate targets / P. Friedlingstein and other // Nature Geoscience, 2014. - N 7. – P. 709-715 - режим доступа к изд.: <http://www.nature.com/ngeo/journal/v7/n10/full/ngeo2248.html>
13. The Global Carbon Atlas // The Global Carbon Project - режим доступа к изд.: <http://www.globalcarbonatlas.org/?q=en/emissions>

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЕЛИКИЙ ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Гусевская Наталья Юрьевна

кандидат пед. наук, доцент, Забайкальский государственный университет, г. Чита

THE SILK ROAD: PAST AND PRESENT

Gusevskaya Natalya, Candidate of Science, assistant professor of Transbaikal State University, Chita

АННОТАЦИЯ

Шелковый путь был важным фактором в развитии цивилизации Китая, Индии, Персии, Европы, позволяя поддерживать политические и экономические связи между отдаленными цивилизациями. В прошлом Старый Шелковый путь принес процветание и культурный обмен между Западной Европой, Центральной Азией и Китаем. Сейчас Китай пытается воссоздать Великий шелковый путь с целью экономической интеграции и усиления своего геополитического влияния.

ABSTRACT

The Silk Road was a significant factor in the development of the civilizations of China, the Indian subcontinent, Persia, Europe, opening long-distance, political and economic relations between the civilizations. Old Silk Road brought prosperity and culture exchange for people from Western Europe, Central Asia and China in history. Now China tries to rebuild the connectivity and economic integration to strengthen its international power.

Ключевые слова: Великий шелковый путь, Центральная Азия, Китай

Keywords: the Silk Road, Central Asia, China

Одним из важных условий развития общества является активный обмен информацией между народами и цивилизациями. В прошлом культурные достижения распространялись благодаря международным контактам, а именно через торговлю, завоевания, переселения. Различные культурные слои народов переселялись на более благоприятную почву, где происходил новый цикл развития в условиях иной исторической действительности: изменение, приспособление, приобретение местных черт, дополнение новыми формами и содержанием. Караванные дороги являлись составной частью данного процесса, в частности Великий шелковый путь, который связывал в древности и раннем средневековье Китай, Индию, Среднюю Азию, Средний и Ближний Восток, Средиземноморье.

Великий шелковый путь является историческим опытом для Китая, который прошел ряд этапов развития: с 3 тыс. до н.э. функционировал «лазуритовый путь», с конца 2 тыс. н.э. начал работать «нефритовый путь», в середине 1 тыс. эти две караванные дороги начали сливаться в одну. Великий шелковый путь функционировал со 2 века до н.э., когда китайский посол ЧжанЦянь посетил страны Центральной Азии с дипломатической миссией, и просуществовал вплоть до 16 века н.э., пока не настала эпоха Великих географических открытий, период развития морской торговли и военных конфликтов в Центральной Азии.

Название «Шелковый путь» впервые ввел в оборот немецкий ученый Фердинанд Фрейхерр фон Рихтгофен в 1877 году в своей книге «Китай», хотя можно говорить о том, что данное название пути уже ранее существовало в Древнем Китае. На протяжении своего существования

маршрут «Шелкового пути» неоднократно менялся в зависимости от различных причин. Те или иные его участки и ответвления приобретали всё большую значимость, другие же направления, наоборот, отмирали, а расположенные на них города и торговые станции приходили в упадок. Несмотря на эти изменения, выделяются две основные трассы этого пути, которые соединяли Запад и Восток: 1) южная дорога – от севера Китая через Среднюю Азию на Ближний Восток и Северную Индию; 2) северная дорога – от севера Китая через Памир и Приаралье к Нижней Волге и к бассейну Черного моря.

Великий шелковый путь являлся связующим звеном между странами разных цивилизаций и социально-экономических систем. Великий шелковый путь выполнял такие функции, как обмен товарами, накопление и распространение новых технологий, культур и религий, активный обмен информацией, а также дипломатическая функция, отправка посольства с караванами. Благодаря шелковому пути Китай и страны Средней Азии росли и развивались более быстрыми и эффективными темпами. Велика была роль и самой Средней Азии на Великом шелковом пути, которая выполняла функцию накопителя информации, после чего новые для того времени технологии передавались из Средней Азии в другие страны. Высоко ценились и среднеазиатские товары.

Развитие Великого шелкового пути сильно зависело от геополитического противоборства между государствами за контроль над караванными путями. На всем протяжении пути от восточного Средиземноморья до Китая было необходимо обеспечивать политическую стабильность. Этого можно было добиться либо созданием

огромной империи, способной контролировать все важнейшие евразийские караванные пути, либо «разделом мира» между крупными региональными державами, способными обеспечить безопасность торговли. Взимание пошлин с купеческих караванов давало высокий доход правителям государств Азии, по которым пролегали караванные маршруты. Поэтому они стремились, с одной стороны, обеспечить купцам безопасность, а с другой, завоевать контроль над как можно большим участком пути.

Междоусобные войны и упадок центральной власти приводили к разорению городов, узловых пунктов на торговых путях и грабежу караванов. Это вело к разрушению отдельных участков или даже всего Великого шелкового пути.

Великий шелковый путь явился инструментом для Китая и его соседей, с помощью которого в настоящее время создаются современные институты, схожие с мировой экономикой нового и новейшего времени (международное разделение труда, чековая система, экстерриториальная защита прав собственности). Дорогими предметами роскоши, которые в основном доставлялись из Китая в Западную Европу по Шелковому пути, пользовались лишь высшие сословия. Это слабо влияло на развитие самих национальных экономик стран Западной Европы. Помимо торговли предметами роскоши, с помощью Великого шелкового пути осуществлялся постоянный культурный обмен между странами Азии и Европы – новыми знаниями, идеями, товарами и т.д. Некоторые новые товары возникали в процессе «коллективного творчества» разных народов, по чьим территориям проходил Шелковый путь. Так, порох открыли в Китае в IX в. В XIV в. было изобретено оружие, стреляющее при помощи пороха – пушки. Место и время их изобретения точно неизвестны – специалисты называют и Китай, и арабские страны, и Западную Европу. Информация о новом виде оружия быстро прошла по Шелковому пути, и уже в XV в., ещё до эпохи Великих географических открытий артиллерию применяли во всех странах Евразии, от Европы до Китая.

Запад заимствовал в основном промышленные «новинки» у стран Азии, в то время как Восток – сельскохозяйственные. Это дает увидеть существовавшее ранее технологическое превосходство Востока над Западом, которое сохранялось примерно до XVII-XIX вв. Некоторые технические секреты восточных ремесленников (булатное оружие, фарфоровая посуда) европейцам в эпоху функционирования Шелкового пути перенять так и не удалось.

С началом в XXI веке глобализации международных отношений, США начали проявлять глубокий интерес в использовании такого рода исторического опыта, как Великий шелковый путь. Ещё в июле 2011 г. государственный секретарь Хиллари Клинтон в ходе своего визита в Индию огласила американскую стратегию «нового шелкового пути». Стратегия была объявлена официальной политикой США в Южной Азии. Программа была в основном направлена на разрешение проблем, оставленных войной в Афганистане. Американский «новый Шелковый путь» проходит с юга на север, является вертикальной экономической полосой с центрами в Афганистане, Пакистане и Индии.

Одновременно с этим, Китай не оставил без внимания намерения США и выдвинул свои концепции «Экономический пояс шелкового пути» и «Морской шелковый

путь XXI века». Но данные инициативы отличаются от американской стратегии тем, что они являются программой на долгосрочную перспективу, и направлены на содействие и поддержание социально-экономического развития региона. В дипломатической концепции китайского правительства нового созыва главное место занимает принцип «взаимной выгоды и обоюдного выигрыша». На основе этого принципа происходит создание «Экономического пояса шелкового пути» и «Морского шелкового пути XXI века».

По мнению некоторых экспертов, существует ряд причин выдвигания данных инициатив. Во-первых, основным мотивом данной политики Китая является стимулирование экономического роста, развитие регионального экономического сотрудничества с соседними странами. В 2008 году глобальный экономический и финансовый кризис нанес значительный ущерб развитию мировой экономики. Правительство Китая предприняло своевременные антикризисные меры и быстро вышло из кризиса, однако экономика страны, после динамичного 30-летнего роста, начала проявлять признаки отсталости.

По этой причине правительство Китая, с одной стороны, уделяет всё большее внимание неразведанному потенциалу внутреннего спроса слабо развитых районов страны, а именно центральной и западной частей, в частности, Синцзян-Уйгурский автономный район (СУАР), который граничит со странами Центральной Азии. С другой стороны, в настоящее время Китай проводит перестройку экономической структуры и активно ищет новые внешние пути для стимулирования экономического роста.

Важное значение и ценность для Китая имеют страны-участницы Содружества Независимых Государств (СНГ), так как они обладают значительным природным и экономическим потенциалом. Благодаря географическим преимуществам, создание «Экономического пояса шелкового пути» даст значительные возможности для развивающегося рынка Китая, а также сыграет огромную роль для устойчивого экономического развития России.

Во-вторых, в связи с территориальными спорами в Южно-Китайском море, которые привели к нестабильности в отношениях Китая с Вьетнамом, Филиппинами и другими странами Юго-Восточной Азии, это также рассматривается как фактор, подталкивающий Китай обратить внимание на Евразию.

В географическом плане данный проект охватывает Центральную Азию, Южную Азию, Западную Азию и Евразию. Центральная Азия играет важную роль для Китая. Однако это отнюдь не значит, что Китай считает его особым регионом и будет проводить в данном регионе особый политический курс.

Следует отметить, что инициатива базируется на достаточно прочной экономической базе, созданной в предыдущие годы. Китай является самым крупным торговым партнером России, Казахстана и Туркменистана, вторым партнером Узбекистана и Кыргызстана, третьим партнером Таджикистана. Так, например, в 2014 г. российско-китайский товарооборот увеличился на 6,8% до 95 284,98 млн. долл., в том числе экспорт России в КНР – 41 607,41 млн. долл., импорт из КНР – 53 677,57 млн. долл.

По мнению китайских специалистов, сотрудничество с КНР уже помогло упомянутым центрально-азиатским странам преодолеть трудности «внутриконтинент-

тальных государств», предоставив огромное геополитическое пространство для экономического развития. Именно эти результаты, по мнению китайских экспертов, могут служить основой для осуществления инициативы строительства «Экономического пояса шелкового пути».

Если говорить о соотношении сухопутных и морских перевозок Китая, то морские перевозки значительно преобладают в силу того, что железнодорожный транспорт Китая отвечает всего за 24% железнодорожных перевозок в мире. Протяжённость железнодорожной сети по данным 2009 г. составляла 86 тыс. км. После 1992 года китайская часть железнодорожной магистрали частично была модернизирована.

В связи с разработкой новой концепции «Экономического пояса шелкового пути», по мере промышленного развития северо-запада Китая магистраль постепенно будет электрифицироваться, а также будет осуществлена прокладка вторых путей на тех участках, где их еще нет. Ширина железнодорожных путей в Китае и Казахстане различна – 1435 и 1520 мм соответственно. Это является одним из серьезных препятствий развития перевозок – замедляется время обработки вагонов. Контейнерные грузы перегружают с платформы на платформу с помощью специальных кранов.

В Китае существует 116 современных, высокотехнологических морских портов, открытых для внешнеторговых операций. Порты насчитывают более 1 тыс. причалов, в т.ч. 230 глубоководных для судов водоизмещением более 10 тыс. т, 20 – для судов-контейнеровозов. Главные морские порты Китая: Шанхай, Тяньцзинь – Синьган, Гуанчжоу – Хуанпу, Яньтай, Циндао, Циньхуандао, Далянь, Бэйхай, Сянган. В общем, в Китае насчитывается более чем 2000 портов, 130 из которых принимают иностранные корабли.

В соответствии с этим, целью «Морского шелкового пути XXI века» является объединение в единую сеть побережья Азии. К 2020 году уже запланировано окончание строительства контейнерного порта «Сюйвэй», который

сможет обрабатывать более 200 млн тонн грузов. Порт имеет железнодорожные сообщения с другими крупными китайскими портами, а также морские линии с корейским и японским портами. Отсутствие же выхода к морю и ограниченность транспортных путей сейчас, по мнению руководства стран Центральной Азии, являются одними из основных факторов, которые тормозят развитие экономик этих стран. А при реализации проекта у них появится возможность прямого железнодорожного выхода к морским портам Китая.

Таким образом, можно сделать вывод. Великий Шелковый путь является историческим опытом трансазиатского транспортного коридора, который сыграл особую экономическую и политическую роль. Сегодня такого рода опыт служит движущим инструментом для Китая и его соседей, с помощью которого в настоящее время создаются и развиваются современные международные транспортные коридоры. Выдвинутые правительством КНР две современные инициативы «Экономического пояса шелкового пути» и «Морского шелкового пути XXI века» имеют богатую культурно-историческую основу, и именно они призваны обеспечить развитие стратегического партнерства нового типа на евроазиатском континенте.

Литература

1. Elisseeff/Vadime. The Silk Roads: Highways of Culture and Commerce- UNESCO Publishing / Berghahn Books, 2001.
2. The revival of the Great Silk Road: new economic prospects - режимдоступакизд.: <http://www.http://forum-astana.org/>
3. Xinru Liu. The Silk Road in World History - New York: Oxford University Press, 2010
4. Китай планирует возродить Великий шелковый путь - режим доступа к изд.: <http://www.http://vestifinance.ru/>

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РОЛИ ПОЛИТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА

Никлаус Анна Александровна

Кандидат полит. Наук, Академия «МНЭПУ», г. Москва

THE PROBLEM OF DEFINING THE ROLE POLITICAL CULTURE AT THE PRESENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN SOCIETY.

Niklaus Anna, Candidate of Science, Academy IIUEPS, Moscow

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема определения роли феномена политической культуры в современном политическом процессе России. Показана взаимозависимость устойчивого развития современного общества от его политического сознания и ценностных установок. В условиях современных геополитических реалий непосредственная их трансформация под влиянием вызовов окружающей среды влияет на будущее развитие всего общества. В этой связи обуславливается основополагающая роль политической культуры как механизма управления системы общественных ориентаций и установок.

ABSTRACT

The problem of defining the role of the phenomenon of political culture in modern political process of Russia. It shows the relationship of sustainable development of modern society from its political consciousness and value systems. In today's geopolitical realities direct their transformation under the influence of environmental challenges affect the future development

of the whole society. In this regard, the fundamental role is due to the political culture as a mechanism of social control orientation and attitudes.

Ключевые слова: политическая культура; политическое сознание; общество; политический процесс.
Keywords: political culture; political consciousness; society; political process.

Общественное сознание и образ мыслей людей оказывают непосредственное влияние на политическую жизнь, ее стабильность и характер изменений.

В последние годы все чаще звучит как в научных, так и в общественно-политических дискурсах словосочетание «политическая культура». И хотя интерес к этой теме никогда не пропадал, свою особую значимость она стала приобретать только сейчас. В этой связи справедливо возникает вопрос о том, с чем связан подобный рост внимания к политической культуре.

Главные черты ответа на данный вопрос современности отражены в образе и стиле жизни людей, в их действиях и поведении, в том, что они считают важным, в структуре их личной жизни, в восприятии личностями самих себя, в том, как они взаимодействуют с обществом в целом.

Успешное развитие российского общества непосредственно зависит от его способности оценивать проблемы своего состояния, ставить цели своего политического действия и выстраивать действенную стратегию и тактику их достижения. То есть, это способность его политического сознания отражать действительность и конструировать будущее. Иначе говоря, успешное развитие российского общества напрямую зависит от способностей людей и качества их политического сознания. Последнее находится в обоюдной связи с характером существующих социокультурных ценностных установок и спецификой трансформации, под влиянием вызовов окружающей среды. То есть, политический процесс современной России в своем течении и развитии включает в себя и находится под воздействием происходящих социокультурных трансформаций.

Такая специфика политического сознания заключается в исполнении им наиболее активной роли в обществе, его функции связующего звена политических отношений данного социума, отражающие важнейшие реалии эпохи, и, как уровень развития общества, так и особенности присущей ему социальной структуры и системы социальных отношений. В нем зарождаются ценностные ориентации и предпочтения, которые выступают в качестве истоков и мотиваций той или иной программы развития, хотя процесс этот сам по себе крайне сложен и противоречив.

Принимая во внимание указанные социальные процессы обуславливается необходимость качественного исследования и выявления механизмов влияния культурных норм и образцов на поведение и социальную структуру, о чем в своих работах писал еще М.Вебер. В этой связи следует обратиться к тому, что же есть «политическая культура», а главное из чего она состоит.

В современной науке можно насчитать более десятка определений и трактовок. При этом подобное «вольное» или «удобное» трактование политической культуры не способствует ее пониманию и уточнению. Наоборот, ведет к размыванию смысловой нагрузки, теряется функциональное значение. Отсутствие определенной точности делает политическую культуру «добавочным элементом» для объяснения того или иного явления,

которое не поддается рассмотрению иными инструментами.

В этом состоит главная проблема - политическая культура становится субъективным элементом, условно - «пластичным материалом», которым можно воспользоваться с целью объяснения всевозможных процессов и явлений. Объективно, подобное может являться мощным инструментом влияния как на общественные установки и ценности, так и на политическое сознание и поведение. А это в свою очередь открывает возможность использования политической культуры не только во благо.

За прошедшие годы в нашей стране произошла действительно радикальная ломка основ прежнего сознания и социокультурных ценностных устоев. Но даже при их глубинном преобразовании нередко воспроизводятся стереотипы «старого» мышления, прежних ценностных ориентаций. А понимая политическую культуру как систему ориентаций и установок относительно политической системы и ее составляющих, а также образцов политического поведения [3, р. 6], создается крайне удобная атмосфера для ее использования в угоду акторов политического процесса. Таким образом политическая культура становится действенным механизмом не только регулятивного характера, но и влияния, и воздействия.

В рамках трансформации политических ценностных категорий российское общество стоит не только перед выбором модернизации или стагнации, но и перед выбором между различными альтернативами: например, воспроизводить ценностные категории западного общества, либо выработать новую парадигму общественного развития. Первый путь настраивает на полное принятие западных (последовательно модернистских) ценностных основ [2, с. 25]. Второй путь связан со стратегией саморазвития, то есть с поиском путей устойчивого ценностного развития на основе возрождения, поддержания и совершенствования собственных социокультурных форм жизнедеятельности. «Стратегическим условием обеспечения долговременной устойчивости страны является выявление и сохранение общественной идентичности, важнейшей составляющей которого является самоидентификация общества как некоторого целого, отделенного от всего остального человечества. Принципиально важна именно общественная, а не национальная самоидентификация, так как Россия - многонациональная страна, для которой укрепление национальных идентичностей практически в любой форме объективно означает движение к неизбежно катастрофическому распаду» [1, с. 329].

Новые современные условия выявили и актуализировали целый ряд особенностей российской социокультурной среды, относительно независимых от колебаний политической конъюнктуры и способных заново воспроизводиться

в меняющихся исторических условиях. Отношение российского общества к основным ценностным категориям - это один из важнейших факторов исторического развития России и динамики современной глобализации, и который неразрывно связан с традиционной проблемой

«выбора пути». Этот вопрос, неоднократно возникавший в прошлом обострился в современных реалиях.

В рамках современной глобализации дальнейшее развитие событий в России будет оказывать влияние на облик мира в предстоящие десятилетия. И в этой связи политическая культура должна стать ключевым инструментом, выступить в качестве регулятивного механизма трансформации современного политического процесса. Поэтому обращение к феномену политической культуры должно носить не поверхностный дополняющий характер, а наоборот, она должна стать основополагающим элементом в развитии страны в новых геополитических условиях.

Литература

1. Братимов О.В., Горский Ю.М., Делягин М.Г., Коваленко А.А. Практика глобализации: игры и правила новой эпохи. - М.: ИНФРА - М, 2000.
2. Вишневецкий А.Г. Модернизация и контрмодернизация: чья возьмет // Общественные науки и современность, 2004. - № 1.
3. Мелешкина Е. Политический процесс, М. - 2005.
4. Тульчинский Г.Л. Российская политическая культура: особенности и перспективы. - СПб.: Алетейя, 2015.

МЕТОДЫ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Телятник Татьяна Евгеньевна

кандидат полит. наук, преподаватель, Кубанский государственный университет, г. Краснодар

METHODS OF POLITICAL ECOLOGY AND THEIR APPLICATION IN CONTEMPORARY POLITICAL RESEARCH

Telyatnik Tatiana Evgenievna, PhD in Political Science, Lecturer, Kuban State University, Krasnodar

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена актуальному междисциплинарному направлению блока гуманитарных дисциплин – политической экологии. Подробно представлены теоретические концепции и методологические подходы, способствующие формированию новой предметной области науки. В выводах автор предлагает некоторые рекомендации по дальнейшему развитию и организации политических исследований, направленных на обеспечение экологической безопасности и поддержание благоприятных условий окружающей среды.

ABSTRACT

The article is devoted to the interdisciplinary direction of the block of Humanities – political ecology. Presents in detail the theoretical concepts and methodological approaches that contribute to the formation of the new subject area of science. In the conclusions, the author proposes some recommendations for further development and organization of political studies aimed at ensuring environmental safety and maintenance of favorable environmental conditions.

Ключевые слова: политическая экология; методы исследования; проблемы человечества; окружающая среда; концепции и теории; экологическая безопасность.

Keywords: political ecology; research methods; problems of humanity; environment; the concepts and theories; environmental safety.

Многообразие и уникальность политических наук отчасти объясняется возможностью применения междисциплинарных подходов к изучению тех или иных явлений окружающего мира. При пересечении и взаимодействии нескольких наук появляется новое исследовательское поле, новая предметная область и в конечном результате новое знание. Политология как одна из крупнейших гуманитарных наук опирается на множественность методологических подходов и, тем самым, позволяет обратить внимание на приобретающие сейчас научную значимость мультидисциплинарные аспекты исследовательских работ.

Одним из актуальных направлений политологии сегодня является разработка проектов и проведение исследований в области политической экологии. Эта относительно новая и интенсивно развивающаяся отрасль знаний появилась в 70-е гг XX в. на стыке экологических субдисциплин социальных наук и политической экономии. В современной политической экологии используются методы и данные, представленные такими дисциплинами

как география, история окружающей среды, историческая экология, антропология, экономика, социология и мн.др. Кроме того, сегодня выходят на первый план в научно-гуманитарной среде, а также в кругах представителей международной внешней политики, наднациональных политических структур несколько актуальных направлений исследования, рассматривающих взаимосвязь между научным знанием и охраной природы; численностью населения и природопользованием; между капиталом, природой и культурой; экологической управляемостью и политикой. На повестке дня все чаще звучат темы изучения эволюции экологических движений и партий; анализ идей, предложенных различными экологическими движениями и организациями; решение международных экологических проблем. Так, например, известно, что многостороннее сотрудничество в области мировой экологической политики осуществляется преимущественно в рамках ООН. Деятельность подотчетных ООН организаций приоритетно направлена на выработку принципов отношения человека и общества к природе, формулировку

рекомендаций по развитию экологического образования, а также на совершенствование системы международных органов, занимающихся экологическими проблемами [2, с.59].

Теоретико-методологическая направленность заявленной темы обращает внимание на более подробное рассмотрение идей и концепций политической экологии. Теоретические предпосылки, благодаря которым возникли методы и подходы исследуемого направления науки, формировались еще в прошлом столетии. Так, теории модернизации, технооптимизма и антропоцентризма, которые являлись центральными для всех западных обществ и многих не западных на протяжении многих десятилетий, а в глобальной перспективе остаются доминирующими и сегодня, является центральной для целого ряда экологических концепций. Ухудшение состояния окружающей среды, по мнению многих исследователей, является прямым следствием модернизации как перехода от традиционного общества к «современному», от аграрного – к индустриальному. Обращение к экологической истории с привлечением мир-системного анализа Иммануила Валлерстайна [6, с. 303-377] вывело неомарксистскую критику управляемых элитами и зависимых от постоянного роста экономических систем, в частности капитализма, на глобальный уровень [4, с. 383-402]. Экологическая стабильность требует отказа от доминирующего политического, социального и экономического порядка. В рамках данного теоретического направления было выполнено множество эмпирических исследований, посвященных изучению экологических деструктивных институтов, явлений и практик, связанных с различными аспектами «современности»: капитализма, глобализации, индустриализации, экономического роста, милитаризации, неравных торговых отношений и несправедливого распределения выгод и издержек [7, с. 77-78].

Неомарксистские подходы, доминировавшие в эколого-социальных исследованиях на протяжении 1970-х и 1980-х годов, и сегодня имеют огромное количество сторонников, но, тем не менее, единой теории взаимоотношений природы и общества в их рамках выработано не было. В указанные десятилетия большинство исследователей обращалось к проблеме ухудшения состояния окружающей среды, пытаясь понять его причины. В рамках тех немногих исследований, которые были посвящены интересующим нас политическим вопросам, наибольшее внимание уделялось традиционным правительственным и общественным институтам, тогда как экономические институты и организации, а также организации смешанного типа практически не рассматривались [5, с. 65-66].

С начала 1990-х годов в прикладной области экологической политологии произошли значительные изменения: появилось большое количество эмпирических исследований, посвященных экологическим реформам и акцентирующих свое внимание на государственной экологической политике и создании нового, экологического, государства; экологических неправительственных организациях и общественных протестах; экологическом сознании индивидов и связанном с ним поведением [5, с. 64]. В теоретическом отношении все большую популярность набирала альтернативная неомарксистским подходам концепция экологической модернизации, предложенная немецкими учеными Мартином Еникке и Йозефом Хубером и получившая свое дальнейшее развитие в работах

голландских исследователей Герта Спаргарена и Артхюра Мола [5;7, с. 78].

К концепции экологической модернизации апеллируют не только исследователи, но и политики, в том числе голландские, немецкие и китайские. Теория экологической модернизации, как ее именуют авторы, призвана объяснить, как современные индустриальные общества занимаются решением экологических проблем. Сторонники теории экологической модернизации отвергают марксистскую критику капитализма. По их мнению, «современность» не является конечным состоянием, а с конца XX века происходит ее постоянная экологическая реструктуризация. Единственным выходом из экологического кризиса является «углубление в процесс модернизации», то есть дальнейшая модернизация институтов современного общества. Если на ранних стадиях модернизации доминировала экономическая рациональность, то сейчас она уступает место другим формам рациональности: экологическая оценка играет все более значительную роль в процессе принятия экономических решений, а экономическая оценка в свою очередь применяется при анализе экологических последствий. Современные политические институты, включая ТНК и правительства, действуя в интересах собственного долгосрочного выживания, все большее внимание уделяют экологическим аспектам развития. Эти трансформации приводят к экологическим реформам, которые не требуют радикальных социальных и политико-экономических преобразований. Сторонники теории экологической модернизации утверждают также, что альтернативы современному экономическому порядку нереалистичны, а потому устойчивое развитие достижимо через дальнейшую модернизацию институтов современности, а не посредством их замены [5, с. 63].

Несмотря на растущую популярность данного подхода, следовало бы познакомиться с некоторыми критическими замечаниями. Сторонники теории экологической модернизации фактически призывают к дальнейшей экспансии глобальной экономики, к дальнейшей модернизации. Эмпирические исследования между тем показывают, что модернизация, несмотря на возможную трансформацию структур современного общества, приводит в глобальном масштабе к дальнейшему ухудшению состояния окружающей среды. По мнению противников теории, прежде всего неомарксистов, без осознания основной проблемы – конфликта между ростом населения и экономики с одной стороны и экологической устойчивостью с другой – достижение устойчивого развития невозможно. Кроме того, приверженцы теории экологической модернизации слишком мало внимания уделяют проблемам окружающей среды как таковым: рост общественных дискуссий не связан напрямую с решением экологических проблем. Наконец, рост благосостояния человека (выраженного, к примеру, в терминах продолжительности жизни и уровня образования) не означает роста экологического благосостояния [3, с. 114-123]. К общему мнению, с доводами критиков теории экологической модернизации сложно не согласиться, и главный вопрос о том, возможно ли достижение устойчивого развития без коренных политико-экономических преобразований, остается открытым [7, с. 85-87].

При подробном и внимательном изучении истории национальной и международной экологической поли-

тики, мы замечаем, что вся она, включая деятельность Организации Объединенных Наций, Организации экономического сотрудничества и развития и Европейского Союза, основана на концепции экологической модернизации, а концепция устойчивого развития, примиряющая окружающую среду и развитие, являет собой программу глобальной экологической модернизации [1, с. 64].

Таким образом, в рассуждениях об экологических концепциях и теориях, нельзя не отметить вклад ее сторонников в развитие методологии исследований экологической политики. Так, по мнению сторонников дискурсивного подхода, разработанного Мартеном А. Хаером, нынешнее доминирование в экологическом дискурсе концепций устойчивого развития и экологической модернизации является не итогом линейного развития научной и общественно-политической мысли, а результатом борьбы между различными политическими коалициями, состоящими из ученых, активистов, знаменитостей и т.д. Связанные с окружающей средой общественные отношения имеют дискурсивную природу. Последние три десятилетия основной проблемой экополитических отношений является не факт существования экологического кризиса, а его интерпретация. Экологическая политика также является формой урегулирования социальных конфликтов в современных индустриальных обществах. И основными направлениями современных политических исследований в области политической экологии должны быть: обсуждение проблем воспитания и системы ценностей человека; использования исчерпаемых ресурсов и включение их в природные биохимические циклы без нарушений и преград; переосмысление проблемы увеличения потребления и обеспечения достойной человека среды обитания.

Список литературы

1. Ефременко Д.В. Влияние крупного бизнеса на теорию и практику глобальной экологической политики // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2008. - № 8. С. 64.
2. Саблин И. В. Теоретические аспекты экологической политики / И. В. Саблин // *Молодой ученый*. - 2011. - №6. Т.2. С. 58-64.
3. Dietz, Thomas; Eugene A. Rosa and Richard York. Environmentally Efficient Well-Being: Rethinking Sustainability as the Relationship between Human Well-being and Environmental Impacts // *Human Ecology Review*, Vol. 16, No. 1, 2009, pp. 114–123.
4. Jorgenson, Andrew K. Unpacking International Power and the Ecological Footprints of Nations: A Quantitative Cross-National Study // *Sociological Perspectives*, Vol. 48, No. 3, 2005, pp. 383–402.
5. Mol, Arthur P. J. Ecological modernization as a social theory of environmental reform // *The international handbook of environmental sociology* / ed. by Michael R. Redclift and Graham Woodgate, 2nd edition, Cheltenham: Edward Elgar, 2010, pp. 65–66.
6. Moore, Jason W. The Modern World-System as Environmental History? Ecology and the Rise of Capitalism // *Theory and Society*, Vol. 32, No. 3, 2003, pp. 307–377.
7. York, Richard; Eugene A. Rosa and Thomas Dietz. Ecological modernization theory: theoretical and empirical challenges // *The international handbook of environmental sociology* / ed. by Michael R. Redclift and Graham Woodgate, 2nd edition, Cheltenham: Edward Elgar, 2010, pp. 77–78.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА ГРАНИЦ ЗОН РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ И ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ ГОРНОГО МАССИВА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ (ПГУ)

Лис Сергей Николаевич

Старший научный сотрудник, ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр», г. Караганда, Казахстан

DEVELOPMENT OF PREDICTION ZONES OF VARYING DEGREES OF DISINTEGRATION AND GAS DYNAMICS MASSIF IN UNDERGROUND COAL GASIFICATION (UCG)

Lis Sergey, Senior scientist, LLP "Institut problem kompleksnogo osvoeniay neдр", Karaganda, Kazakhstan

АННОТАЦИЯ

В статье даётся прогноз размеров зон различной степени дезинтеграции и газовой динамики горного массива при подземной газификации угля на основе ранее выявленных автором закономерностей дезинтеграции горного массива при его подработке и надработке.

ABSTRACT

The article gives a forecast of the size of the zones of varying degrees of disintegration and gas dynamics Massif in underground coal gasification based on previously identified the author of patterns of disintegration of the mountain massif with his handling and dredging over layer.

Ключевые слова: зональная дезинтеграция; горные породы; газификация угля.

Keywords: zonal disintegration; rocks; coal gasification.

Характер обрушения пород кровли по мере выгазовывания угольного пласта несколько отличен от характера их обрушения при выемке угольного пласта при шахтной разработке. При подземной газификации происходит постепенное выгазовывание угольного пласта по его мощности, а при шахтной разработке выемка пласта происходит по всей его мощности. В связи с этим при подземной газификации развитие процесса деформации пород кровли происходит постепенно, увеличиваясь по мере выгазовывания угольного пласта по мощности. Общие же закономерности проявления горного давления, определённые для шахтной выемки угольного пласта, могут быть использованы при ПГУ.

Основные положения схемы деформации пород над выгазованным пространством, полученные в результате проведения исследований в лабораторных и природных условиях, заключаются в следующем. При ПГУ по степени деформации выделяются следующие зоны над выгазованным пространством: зона обрушения, переходящая в зону трещиноватых пород (упорядоченное движение), которая сменяется зоной плавного прогиба без видимого разрыва сплошности. В свою очередь, зона обрушения делится на две части, характеризующиеся беспорядочным (нижняя) и упорядоченным (верхняя) обрушением, а зона трещиноватости на зону интенсивной трещиноватости (нижняя) и зону слаботрещиноватых пород (верхняя).

При залегании в кровле пород, которые под действием высоких температур изменяют свою структуру,

разрушаются, ошлаковываются, плавятся и увеличиваются в объёме, происходит частичное самозаполнение выгазованного пространства, вследствие чего снижается общая величина зоны деформации пород. Процесс шлакообразования и вспучивания пород служит своеобразным средством управления кровлей, близким по идее к закладке выработанного пространства.

Другим существенным фактором, оказывающим влияние на характер и величину деформаций породной толщи при ПГУ, является опережение выгазовывания пласта у кровли относительно почвы, происходящее за счёт раздавливания верхней части пласта опорным давлением. В результате такого опережения выгазовывания пласта у кровли происходит плавное опускание пород у огневого забоя. Плавный прогиб пород у забоя способствует распространению трещин на меньшую высоту, чем при шахтной разработке.

Основное отличие процесса деформирования пород кровли при ПГУ заключается в том, что зона прогиба с разрывом сплошности (зона трещин) значительно меньше, чем при шахтных разработках [1]. Высота зоны трещин (включая зоны обрушения и прогиба пород с разрывом сплошности) ориентировочно в 2-3 раза меньше, чем при шахтных разработках.

В работах [2,3] проанализированы некоторые предварительные результаты вскрытия выгазованного пространства газогенератора на Лисичанской станции «Подземгаз». Мощность сжигаемого угольного пласта ту

= 0,7 – 0,85м. Установлено, что высота беспорядочного обрушения кровли колебалась в пределах от 1,2 – 2,1 мощности сжигаемого пласта. В работе [4] с помощью глубинных реперов анализировались деформации горных пород при сжигании мощного (9м) пласта. Отмечено, что мощность зоны беспорядочного обрушения достигла всего лишь 1.0 – 1.5 мощности сжигаемого пласта. Таким образом, можно считать установленным, что средняя величина зоны беспорядочного обрушения при ПГУ составляет 1,5м. Участки интенсивных деформаций пород равны по высоте (2-3)м. Нарушения в покрывающих пласт породах распространяются на расстояние равное десятикратной мощности газифицируемого пласта. На основании проведенных исследований рекомендована разработка сближенных пластов в восходящем порядке, если мощность междупластья равна 12-16-кратной мощности подрабатываемого пласта.

К настоящему времени проведено недостаточно исследований процесса деформирования пород кровли при ПГУ. На данный момент имеются только отдельные отрывочные сведения.

В наших работах [5– 8] выявлена закономерность зональной дезинтеграции горного массива при его подработке и наработке (выемка пласта), выявлена взаимосвязь размеров этих зон, которая определяется уравнением:

$$X_{n+1} + X - 1 = 0; \quad (1)$$

где: n – порядковый номер зоны, начиная от ближайшей к подрабатываемому пласту.

Точные значения (с точностью до четвертого знака после запятой) корней (X) уравнения (1) приведены в таблице 1 до значений ранга кратности n=0;1; 2; ...; 10.

Таблица 1

Корни уравнения (1)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	0,50	0,6180	0,6823	0,7245	0,7549	0,7781	0,7965	0,8117	0,8243	0,8351

Используя эту зависимость можно определить границы всех зон. Расчёт производился из предположения, что отношение показателя кратности подработки $K = M/m$ (M – расстояние от пласта до границы зоны; m – вынимаемая мощность пласта) первой зоны к показателю кратности второй зоны должно равняться первому члену последовательности приведенной в таблице 1, а отношение показателя кратности второй зоны к показателю кратности третьей зоны второму члену последовательности и т.д.:

$$K_1 / K_2 = 0,5; K_2 / K_3 = 0,618 \text{ и т. д.}$$

При таком подходе достаточно знать верхнюю границу одной из зон, чтобы определить границы остальных зон.

В таблице 2 показано сравнение результатов, полученных экспериментально и расчётным методом для подработанного массива. Как видно из таблицы 2, экспериментальные и расчётные значения K практически совпадают.

Зная зависимость (1) размеров зон деформирования пород друг от друга, можно найти размеры этих зон и при ПГУ. Результаты этих расчётов приведены в таблице 3.

Таблица 2

Сравнительная таблица результатов, полученных экспериментально и расчётным методом для подработанного массива.

№ зоны	Характеристика зоны	Верхняя граница зоны (K), определённая экспериментально	Верхняя граница зоны (K), определённая расчётным методом	Отклонение, %
I	Зона беспорядочного обрушения	3 - 6	4,5	0
II	Зона значительного расширения пород	8 - 11	9,0	0
III	Зона упорядоченного обрушения	12 – 16	14,5	0
IV	Зона интенсивного расслоения	20	21,3	6,5
V	Зона деформаций с разрывом сплошности	30 – 32	29,4	2
VI	Зона водопроводящих трещин	40	38,9	2,7
VII	Зона единой газопроводящей системы	50	50,0	0
VIII	Зона трещин, не создающих единой газопроводящей системы	60 - 64	62,8	0
IX	Зона плавного прогиба пород	73 -80	77,4	0
X	Зона предельного дегазирующего влияния подработки	100	93,9	6,1

Граница зоны естественной фильтрации газа соответствует границе зоны VII – верхняя граница зоны единой газопроводящей системы. В соответствии с расчётом, приведенным в таблице 3, границы этой зоны находятся от газифицируемого пласта на расстоянии $h = 16,8\text{м}$.

Выше этой зоны в диапазоне (16,8 – 31,5)м находится зона трещин несоздающих единой газопроводящей

системы и зона плавного прогиба пород. Поэтому в диапазоне (15 – 30)м необходимо проводить газосборные скважины.

Что касается пород находящихся под выгазованным пространством (наработка), то на настоящий момент нет экспериментальных данных о их геомеханическом состоянии в условиях ПГУ. Однако, учитывая то, что размеры зон подработанного массива в условиях ПГУ

уменьшаются ориентировочно в три раза, логично предположить, что и размеры зон надработанного массива уменьшаются на такую же величину. В таком случае, газо-сборные скважины необходимо проводить в диапазоне 5 – 15м ниже газифицируемого пласта.

Таким образом, выявленная закономерность позволяет прогнозировать границы зон различного геомеханического состояния и газовой динамики при ПГУ.

Таблица 3

Границы зон геомеханического состояния и газовой динамики горного массива над выгазованным пространством

№ зоны	Характеристика зоны	Верхняя граница зоны (К), определённая экспериментально	Верхняя граница зоны (К), определённая расчётным методом
I	Беспорядочное обрушение	1,0 – 2,1	1,5
II	Значительное расширение пород	2,0 – 3,0	3,0
III	Упорядоченное обрушение	н.д.	4,9
IV	Интенсивное расслоение	н.д.	7,2
V	Деформации с разрывом сплошности	10,0	9,9
VI	Водопроницающие трещины	н.д.	13,1
VII	Единая газопроводящая система	н.д.	16,8
VIII	Трещины не создающие единой газопроводящей системы	н.д.	21,1
IX	Плавный прогиб пород	н.д.	26,0
X	Дегазирующее влияние подработки	н.д.	31,5

Литература

1. Крейнин Е.В. Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырьё. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004 – 302с.
2. Тютин Ф.Г. Образование, состояние и расположение дутьевого канала у огневого забоя и пустот в выгазованном пространстве // Бюллетень «Подземная газификация углей», №4, 1958. – С. 30 – 36.
3. Тютин Ф.Г. Распределение и состояние шлаков и закладочного материала в выгазованном пространстве // Бюллетень «Подземная газификация углей», №2, 1958 – С. 25 – 30.
4. Дмитриев А.П., Кузьяев Л.С., Протасов Ю.И., Ямщиков В.С. Физические свойства пород при высоких температурах. – М: Недра, 1969. – 160с.
5. Лис С.Н. Определение границ зон геомеханического состояния и газовой динамики в подработанном горном массиве // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» (Сагиновские чтения №3), 23 – 24 июня 2011 г., Ч.3.- Караганда: КарГТУ, 2011, С. 171 – 173.
6. Лис С.Н. Определение границ зон геомеханического состояния и газовой динамики в подработанном и надработанном горном массиве / Предупреждение техногенных аварий, обусловленных изменением геомеханического состояния массива в процессе разработки месторождений полезных ископаемых Республики Казахстан: Сб. докл. и выступл. II-ой науч.-практ. конф. – Караганда: КарГУ, 2011, С. 73 – 75.
7. Лис С.Н. Закономерности зональной дезинтеграции горного массива при его подработке (надработке) / Геомеханика в горном деле: доклады Всероссийской научно-технической конференции с международным участием 4–5 июня 2014 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2014. – С. 128 - 135.
8. Вареха Ж.П., Лис С.Н. Границы зон геомеханического состояния и газовой динамики в подработанном и надработанном горном массиве / Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия: Материалы X международной научно-практической конференции, 17 – 18 апреля 2015 г. – Новосибирск: Международный Научный Институт «Educatio», 2015, Ч. 9, С. 125 – 128.

О ПРИРОДЕ ЦУНАМИ В ОДЕССЕ 27.06.2014 Г.

Морозова Лидия Ивановна

кандидат географических наук, с.н.с., Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск,

THE NATURE OF TSUNAMI IN ODESSA, JUNE, 26 2014.

Morozova Lidya, Candidate of Geography, Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk

АННОТАЦИЯ

Линейные облачные аномалии на спутниковых снимках, возникающие при нарастании тектонических напряжений земной коры, являются их геоиндикаторами. Спутниковый геодинамический мониторинг доказал тектоническую, а не метеорологическую природу данного цунами.

Ключевые слова: цунами; метеорологические спутниковые снимки; линейные облачные аномалии; спутниковый геодинимический мониторинг.

ABSTRACT

Linear cloud anomalies on satellite images arising from the build-up of tectonic stresses of the earth's crust are their geoindicators. Satellite geodynamic monitoring has proved tectonic and non-meteorological nature of the tsunami.

Keywords: the tsunami; the linear cloud anomalies; satellite images; satellite geodynamic monitoring,

Введение

Цунами - длинные волны, порождаемые мощным воздействием на всю толщу воды в океане или другом водоёме. Причиной большинства цунами являются подводные землетрясения, во время которых происходит резкое смещение участка морского дна.

Произошедшее в г. Одесса 27 июня 2014 г в 11 ч 33 мин цунами (амплитуда волны 30-50 см) объяснялось и метеорологическими причинами, и новолунием. Однако ход температуры и давления не содержали сколь-нибудь значительных аномалий перед этим событием, а новолуние в другие месяцы не сопровождалось цунами.

Изучение лито-атмосферных связей методами спутниковой метеорологии и использование этих результатов в сейсмологии позволяют получить качественно новые сведения о состоянии литосферы, которые не могут быть получены иными средствами. По мнению академика К.Я.Кондратьева – основоположника спутниковой метеорологии” Мониторинг облачных аномалий на спутниковых снимках служит для оценки сейсмической опасности и позволяет учитывать неотектоническую активность региона. Космические исследования различных природных явлений и процессов дали так много принципиально нового для естественных наук, что можно говорить о новом этапе их развитии” [1,с. 70].

Анализ спутниковых снимков в период времени предшествующий цунами позволил обнаружить по динамике облачных аномалий тектоническую активизацию

разломов в регионе. Забывший в эти же сутки в Керченском проливе грязевой вулкан подтвердил тектоническую природу цунами.

В предыдущих работах мною было показано, что спутниковые оперативные снимки с линейными облачными аномалиями (ЛОА), являющиеся следствием лито-атмосферных связей, целесообразно использовать в сейсмотектонических исследованиях, поскольку ЛОА является геоиндикатором сейсмотектонической активизации участка земной коры [2, 3, 4, 5, 6,7]. Предположительно ЛОА возникают над разломами, совпадающими с осями сжатия блоков земной коры. Эта гипотеза природы ЛОА изложена автором в статье [6], а их связь с метеопараметрами в [8].

В атмосфере ЛОА представляют собой либо узкую грядку лаков на фоне безоблачного пространства, либо каньон в облаках, либо вертикальную плоскость на части периметра облачного поля (в проекции на снимок – линии внутри или на границе облачных массивов). Возникновение ЛОА в периоды сейсмических событий может являться следствием не только энергетических пульсаций в разломах, но и тектонических подвижек. После исчезновения импульса геофизического поля в разломе облака вновь беспрепятственно проходят над ним в соответствии с атмосферной циркуляцией.

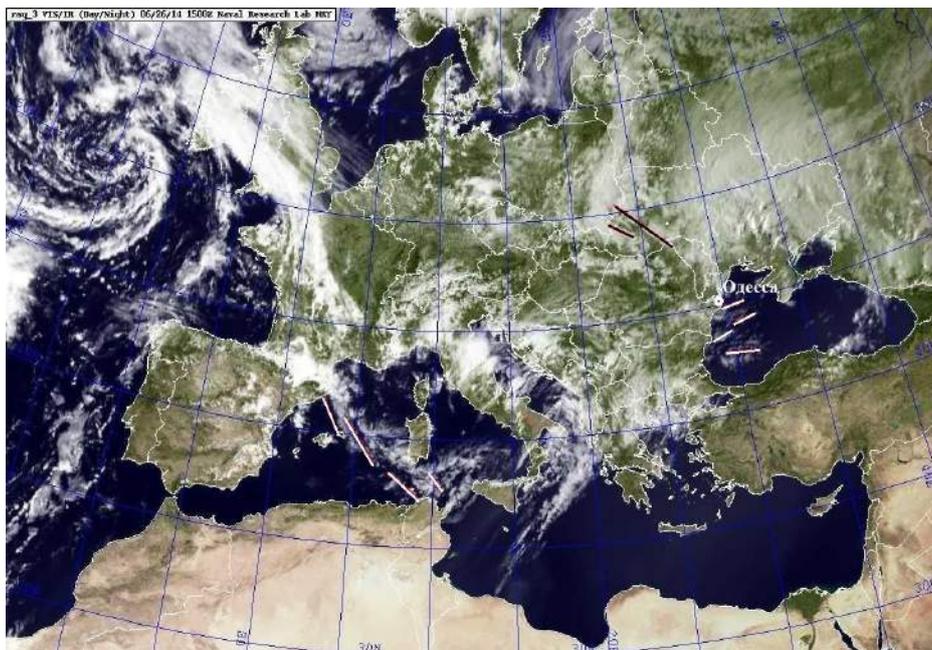


Рис.1. ЛОА (подчеркнуты линиями) на снимке 26.06.2014 г в 15:00

По В.И. Уломову, использование спутниковых снимков в сейсмологии позволяет осуществлять синоптический обзор сейсмических процессов. Метеосейсмический анализ мелкомасштабных снимков с ЛОА выявляет

истинные размеры территорий, охваченных сейсмическим процессом. Поскольку облачные поля являются как бы экраном, на который проецируются активные в данный момент разломы, то по серии последовательных

снимков можно проследить распространение возмущения в земной коре. Преимущество спутниковых наблюдений ЛОА заключается в получении оперативных визуальных данных, обладающих большой прогностической информативностью. В работе использовались снимки с геостационарного спутника Meteosat – MSG, передающего снимки с 3-х часовой периодичностью.

Результаты и их обсуждение

Анализ снимков показал, что уже 26 июня над восточной половиной Чёрного моря и территорией, лежащей к северу от него, начался процесс образования ЛОА, как следствие нарастания тектонических напряжений в земной коре (рис. 1). Известно, что цунами образуются при землетрясении любой силы. Однако в данном случае

тектонические напряжения не сопровождались землетрясением, но они могли спровоцировать подводные сейсмогравитационные оползневые процессы на прибрежном склоне в северо-западной части Черного моря у г. Одесса. Пока это ещё не подтверждено из-за военной ситуации в Украине.

На последнем перед цунами снимке (рис. 2) благодаря увеличению облачности в западной половине Черного моря зафиксировано увеличение количества ЛОА по сравнению со снимком на рис.1 в виде резких линейных границ облачных массивов и каньонов в облаках.

На снимке, полученном спустя 27 мин после цунами (рис. 3), все ЛОА переориентировались на С-В румбы. Рой ЛОА по-прежнему находится в западной части моря.



Рис. 2. ЛОА на снимке 27.06. в 09:00.

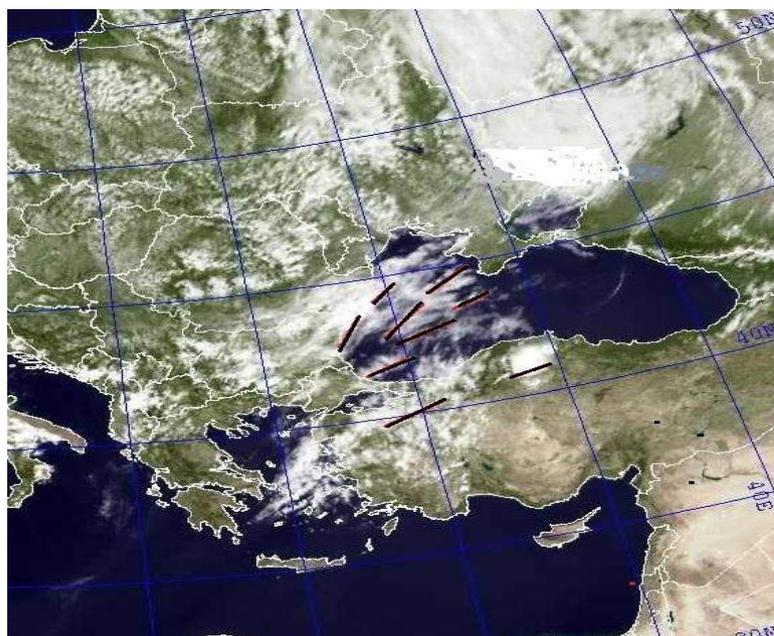


Рис. 3. ЛОА после цунами 27.06 в 12:00

Сейсмотектоническая активизация региона сопровождалась последующими землетрясениями в Эгейском море 27.06.2014 г в 16:14, $M = 4.7$, и Западной Турции 28.06. в 01:39, $M = 4.0$. Множество ЛОА распространилось над всей акваторией Чёрного моря и прилегающей территорией (рис. 4, 5).

Самая южная ЛОА на рис. 3, пересекающая 30-й меридиан за 13 часов до толчка находилась над эпицентром

будущего землетрясения в Турции (рис. 5). Сравнение количества ЛОА на снимках дает возможность оценить степень неотектонической активности различных участков территории в рассмотренный промежуток времени.

Непосредственно перед цунами (рис. 2) над морем наблюдалось максимальное количество ЛОА различной ориентации.



Рис. 4. Положение ЛОА и эпицентра в Эгейском море на снимке 27.06 в 15:00

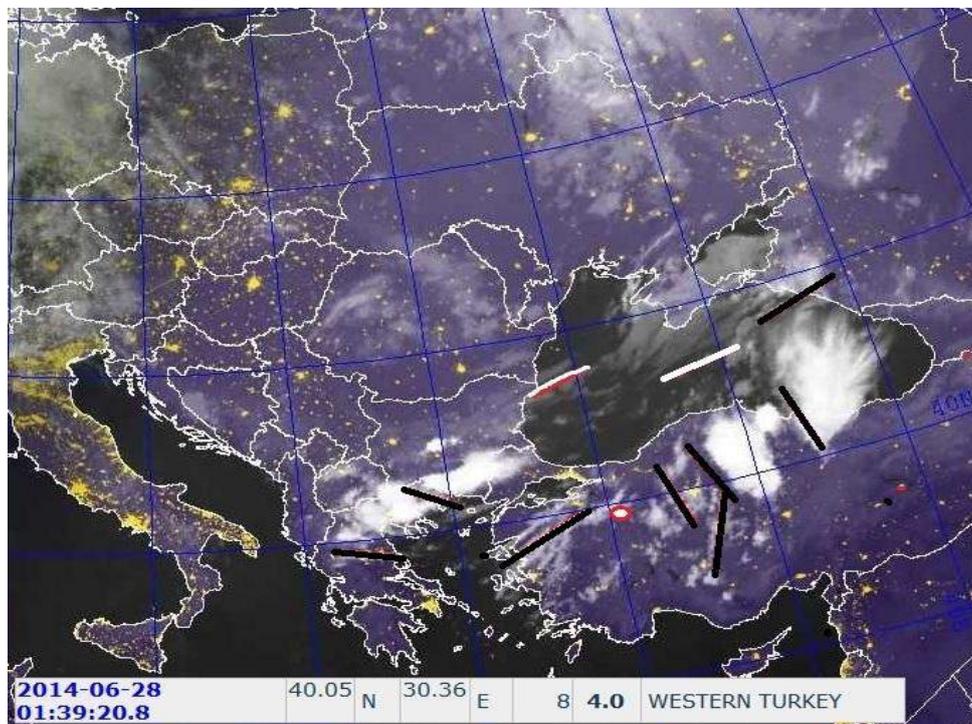


Рис. 5. Положение ЛОА и эпицентра в Турции на снимке 27.06 в 18:00.

В последующем ЛОА распространились на Балканский п-ов, Малую Азию и восток Чёрного моря. Положе-

ние и ориентация ЛОА над Малой Азией повторяет их динамику, наблюдавшуюся при землетрясении в Турции 23.10.2012 г [5].

Заключение

Дешифрирование спутниковых снимков с целью выявления линейных облачных аномалий над активизировавшимися в этот период разломами на территории, включающей Чёрное море, сопровождавшимися цунами и землетрясениями, подтвердил его обусловленность сейсмотектоническим процессом без предшествующего землетрясения.

Изучение лито-атмосферных связей методами спутниковой метеорологии и использование этих результатов в сейсмологии позволяет получить качественно новые сведения о состоянии литосферы, которые не могли быть достигнуты другими средствами.

Список литературы

1. Кондратьев К.Я. Спутниковый мониторинг природных и антропогенных катастроф // Исслед. Земли из космоса. 1996. Вып. 3. С. 68-78.
2. Морозова Л.И. Облачные индикаторы геодинамики земной коры // Физика Земли. 1993. № 10. С. 108-112.
3. Морозова Л.И. Атмосферные индикаторы землетрясений Ближнего Востока // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 6. С. 81-83.
4. Морозова Л.И. Особенности проявления лито-атмосферных связей в периоды сильных землетрясений Азии // Физика Земли. 1997. № 5. С. 63 – 68.
5. Морозова Л.И. Облачные предвестники землетрясения в Турции 23 октября 2012 г // НТР. 2011. Т. 90. № 4. С. 38-48.
6. Морозова Л.И. Предвестники сильных землетрясений Охотоморской плиты на спутниковых снимках // Вестник ОНЗ РАН, т. 7, NZ1002, doi: 10.2205/2015NZ000124, 2015
7. <http://onznews.wdcb.ru/publications/v07/2015NZ000124/2015NZ000124.pdf>
8. Morozova L.I. Crustal geodynamic activity: manifestations in cloud fields // Russian Geology and Geophysics 53 (2012) 416–423.
9. Pulinets, S.A., L.I.Morozova, I.A.Yudin (2014). Synchronization of atmospheric indicators at the last stage of earthquake preparation cycle, Research in Geophysics, 4:4898, 45–50.R

ГИДРОРАЗРЫВ ВЫСОКОПРОНИЦАЕМЫХ ПЛАСТОВ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

Шибанов Иван Олегович

кандидат экон.наук, заместитель генерального директора по персоналу ПАО «Белкамнефть», г.Ижевск

Натаров Андрей Леонидович

начальник отдела гидродинамического моделирования ПАО «Белкамнефть», г.Ижевск

Борхович Сергей Юрьевич

кандидат техн.наук, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Институт нефти и газа им.М.С.Гутериева, Удмуртский Государственный

Университет, г.Ижевск

FRACTURING OF MATURE HIGH-PERMEABILITY RESERVOIR

Shibanov Ivan Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Deputy CEO in Human Resources, JSO «Belkamneft», Izhevsk

Natarov Andrey Leonidovich, Head of the hydrodynamic modeling, JSO «Belkamneft», Izhevsk

Borhovich Sergey Urjevich, Candidate of Technical Sciences, Head of Department, «Development and exploitation of oil and gas fields», Oil and Gas Institute im.M.S.Gutserieva, Udmurt State University, Izhevsk

АННОТАЦИЯ

Применение гидравлического разрыва пласта в условиях высокопроницаемых коллекторов с осложненными геолого-физическими характеристиками

ABSTRACT

Fracturing of high-permeability reservoirs with complicated geological and natural characteristics

Ключевые слова: методы увеличения нефтеотдачи, повышение продуктивности пластов, гидроразрыв пласта

Keywords: enhanced oil recovery, reservoirs productivity increasing, fracturing of reservoir

Нефтяные месторождения Удмуртии имеют сложное геологическое строение.

К осложняющим геолого-физическим особенностям относятся: сильная геолого-литологическая расчлененность коллекторов, многопластовые залежи, наличие газовых шапок, низкое газосодержание в нефтях, значительное присутствие в них смол и парафина. Основные месторождения Удмуртии находятся на поздней стадии

разработки, характеризующейся значительной выработкой запасов, высокой обводненностью добываемой продукции и падающей добычей.

Одной из основных задач разработки и эксплуатации нефтяных месторождений является эффективное извлечение запасов - достижение максимальной продуктивности скважин и коэффициента извлечения нефти (КИН) пласта при минимальных капитальных вложениях и затра-

тах на эксплуатацию скважин [1]. Решение задачи осложняется низким качеством и ограниченностью достоверной информации, особенно на «старых» месторождениях. Принятые решения в начале разработки при проектировании, нуждаются в оптимизации по результатам фактической работы пласта при выбранной системе разработки. Основным инструментом повышения эффективности разработки месторождения являются геолого-технологические мероприятия (ГТМ). Только эффективное планирование ГТМ даёт возможность достижения поставленной задачи по повышению добычи нефти из залежи.

По скважинный (точечный) подход к анализу эффективности разработки, а также оценке потенциала увеличения добычи нефти, не может обеспечить эффективное вовлечение запасов месторождения в разработку и увеличить добычу нефти из пласта. Поэтому, необходим комплексный подход по подбору и оценке эффективности ГТМ, инженерных методов расчёта и прогнозирования.

На месторождениях Удмуртии ежегодно проводятся сотни геолого-технологических мероприятий. Накоплен многолетний опыт проведения различных видов ГТМ и применяемых технологий. Несмотря на значительные материальные и трудовые затраты на проведение ГТМ, последние далеко не всегда имеют положительный эффект.

Проводимый анализ эффективности ГТМ на месторождениях Удмуртии определяет эффективные и неэффективные виды ГТМ в зависимости от условий их применения. В качестве факторов, влияющих на эффективность ГТМ, принимались технологические показатели скважин перед проведением ГТМ (обводненность, дебит жидкости, выработка запасов, темп снижения добычи нефти), геолого-физические показатели области дренирования (проницаемость, пористость, неоднородность пласта и др.) и свойства добываемых флюидов.

Для интенсификации добычи нефти в дочерней компании ОАО «НК «Нефтиса» в Удмуртии стали применять гидроразрыв пласта (ГРП) на Арланском месторождении Вятской площади, находящееся на четвертой стадии разработки.

Терригенные коллектора (ТТНК) Вятской площади имеют высокую проницаемость 0,887 мкм². Пластовое давление снижается, степень выработки запасов более 90%. Продуктивные пласты С-II, С-III, С-IV, С-VI. Нефти ТТНК повышенной вязкости – 24,1 мПа*с.

С совершенствованием технологии гидроразрыва, появляются технологии гидроразрыва высокопроницаемых пластов.

На сегодняшний день такой гидроразрыв получил дальнейшее распространение и стал предпочтительным типом освоения для всех типов скважин в Соединенных Штатах (Источник: Schlumberger).

Считается общепринятым фактом, что гидроразрыв пласта даёт положительную эффективность в большинстве скважин. Даже вблизи контактов с водой или газом, которые считались «смертью» для ГРП, высокопроницаемый ГРП теперь находит применение. В США высокопроницаемый ГРП является преобладающим инструментом оптимизации освоения скважин и добычи. В настоящее время он считается одним из самых крупных последних достижений в области нефтедобычи [2].

Имеются препятствия на пути применения гидроразрыва пласта:

1. Широко распространенное заблуждение, что этот процесс предназначен только для коллекторов с низкой проницаемостью, ускоряет окончательное обводнение скважины, увеличивает обводненность продукта или же приводит к появлению перетоков, и т.д.. В США гидроразрыв в коллекторах с проницаемостью в несколько сотен миллиардси является повседневной практикой.
2. Есть представление о том, что гидроразрыв высокопроницаемых пластов применяется только для таких коллекторов, в которых необходимо бороться с выносом песка. Это явно не так, и в настоящее время гидроразрыв в коллекторах с проницаемостью в несколько сотен миллиардси является повседневной практикой.
3. Если работы по ГРП производятся редко, от случая к случаю, то ГРП становятся дорогими, так что затраты не могут оправдать себя даже при значительном приросте добычи. Гидроразрыв - это крупная операция с очень большим комплектом оборудования, сложная и требующая больших объемов флюидов и пропантов, а также значительных затрат квалифицированного инженерного труда и вспомогательных трудозатрат, с высокими требованиями к организации работ.

Учитывая сложность коллекторов, высокообводненный фонд Арланского месторождения и стоимость проводимых работ необходимо проводить тщательный подбор скважин для проведения ГРП.

Таблица 1

Кандидаты для проведения ГРП

№ п/п	Скважина	Месторождение	Пластовое давление по ГДИ	Начальный скин-фактор по ГДИ
1	8785	Арланское	89	4,2
2	8600	Арланское	92	6,1
3	6590	Арланское	112	6,1
4	6662	Арланское	ГДИ не проводилось	

Основными критериями подбора скважин для проведения ГРП являлись – наличие невыработанных остаточных запасов нефти, высокое пластовое давление, об-

водненность менее 50%, расстояние от продуктивных пластов до водоносного пласта С-VI более 8м, наличие зачатки в продуктивные пласты, прогнозируемый прирост

добычи нефти более 7 т/сут, проведение гидродинамических исследований (ГДИ).

По скважинам произведены дизайны ГРП – геометрия трещин, расчеты по давлению закачки, объемы рабочих жидкостей, время проведения операций.

Первая очередь выполненных ГРП (таблица 1) в апреле 2015 года на Вятской площади показала положительные результаты.

Анализ эффективности проведенных ГРП по всем 4 скважинам доказывает технологическую и экономическую эффективность (рис.1).

Срок окупаемости по скважинам составил 5 месяцев, NPV – более 28 млн.руб., PI – 29,6.

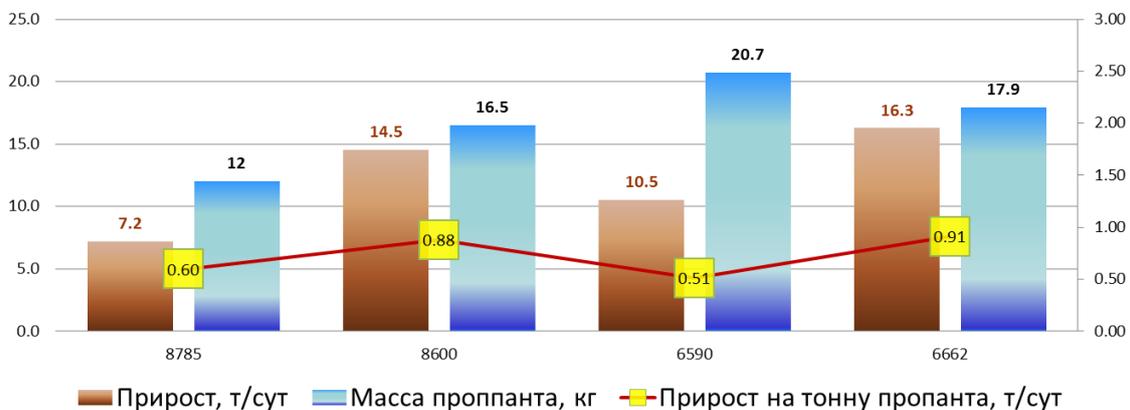


Рис.1. Технологическая эффективность ГРП

Построение корреляционных схем позволяет проанализировать вскрытые интервалы перфорации и согласованность с соседними скважинами на предмет влияния

от нагнетательных скважин, и планировать создание трещины в необходимом интервале (рис.3).

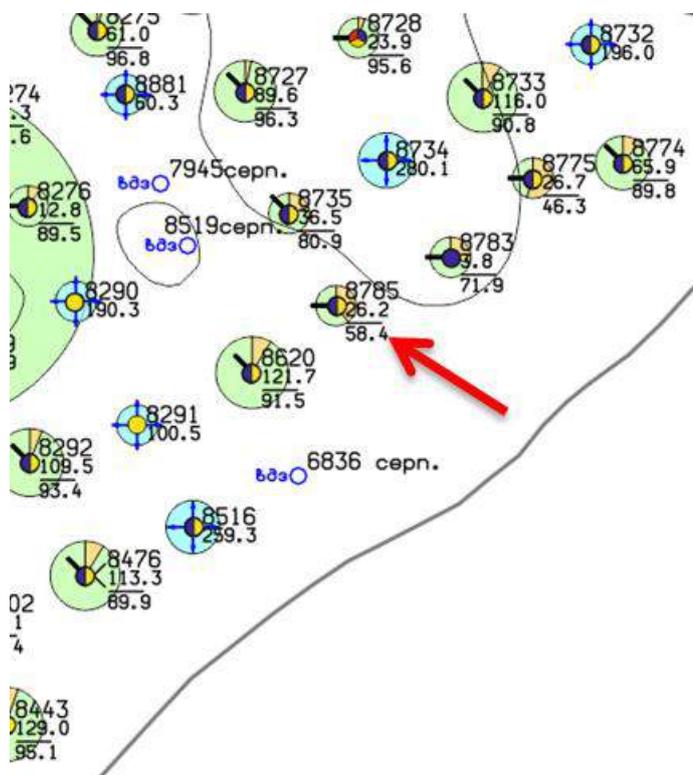


Рис.2. Фрагмент карты разработки по ТТНК Вятской Площади

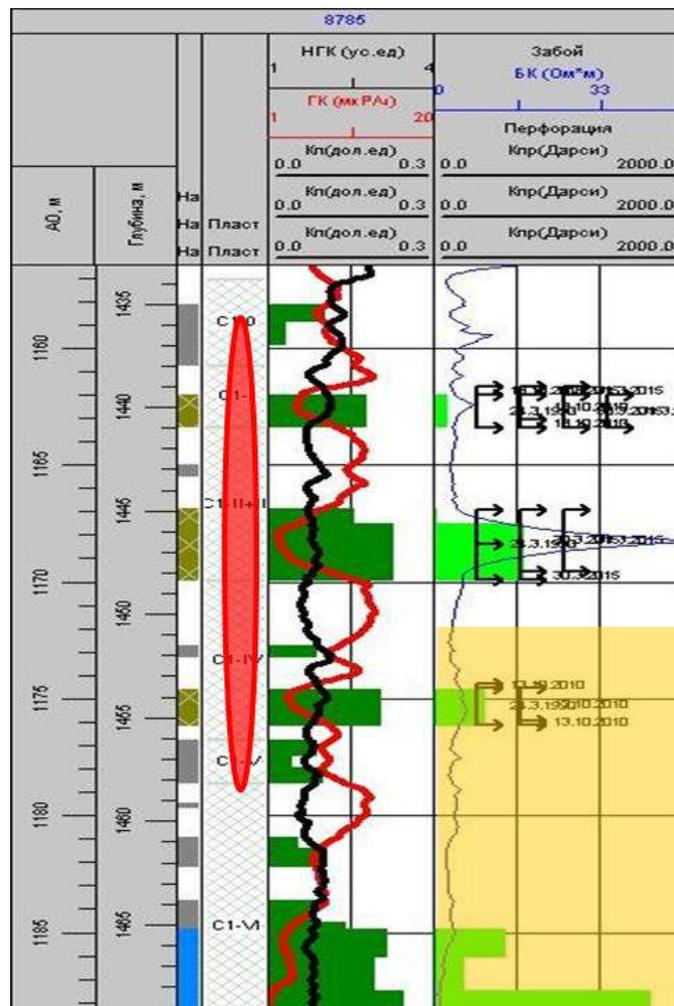


Рис.3. Планшет ГИС по скважине 8785

Анализ карты эффективных нефтенасыщенных толщин позволяет видеть распространение коллектора (рис.4).

По картам остаточных запасов нефти, из гидродинамической модели, определяем зоны повышенной концентрации запасов нефти (рис.5).

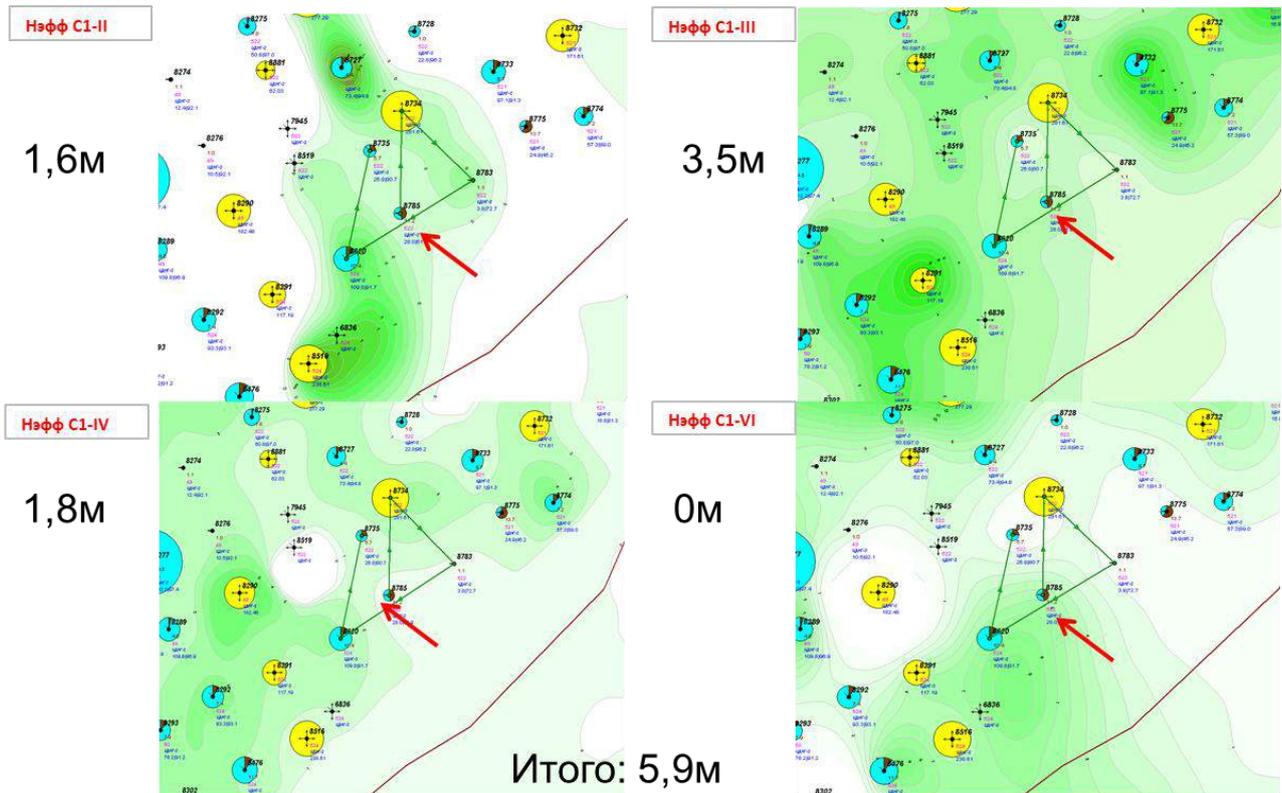


Рис.4. Фрагмент карты эффективных нефтенасыщенных толщин по скважине 8785

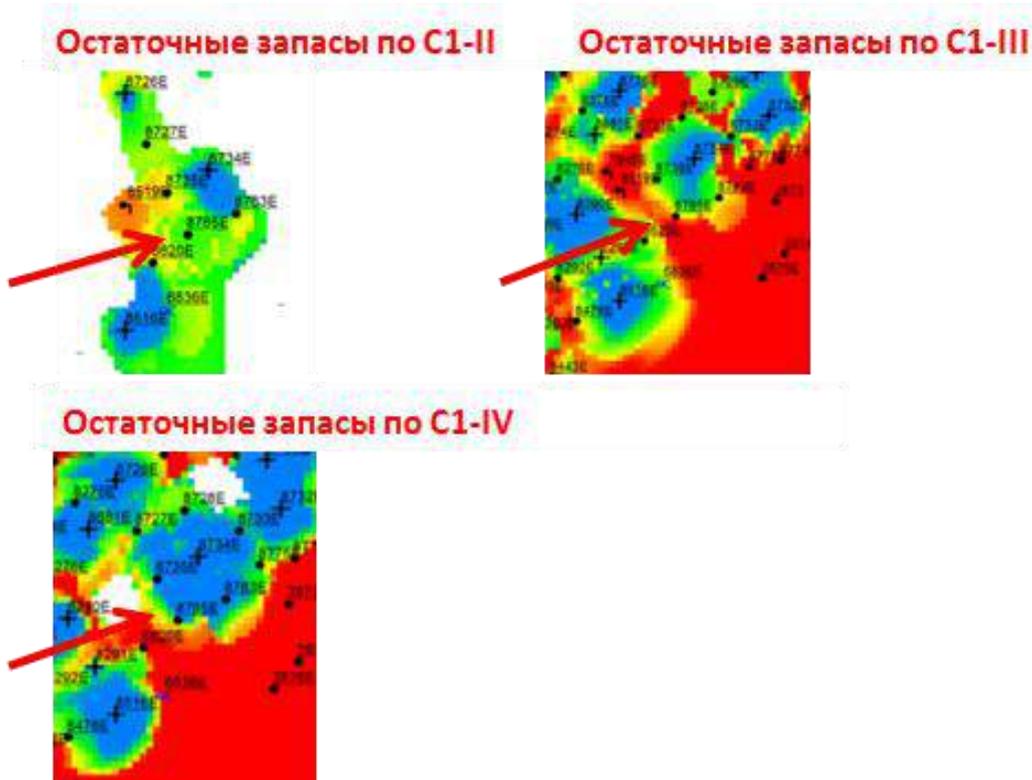


Рис.5. Фрагмент карты остаточных запасов нефти на основе гидродинамической модели ТТНК Вятской площади

Необходимым условием для каждой скважины является проведение исследований – оценка профиля притока, АКЦ, замеры пластового давления, оценка скин-фактора (рис.6).

Выполненный дизайн ГРП моделирует геометрию трещины в пласте, рассчитываются рабочие давления и расход пропанта (рис.7).

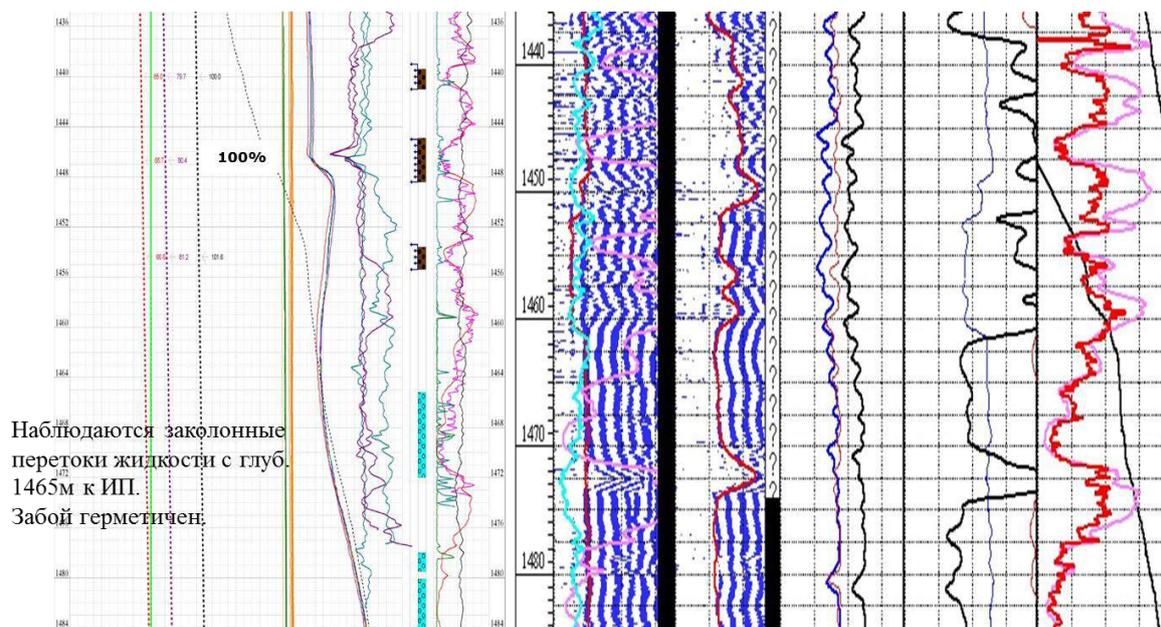
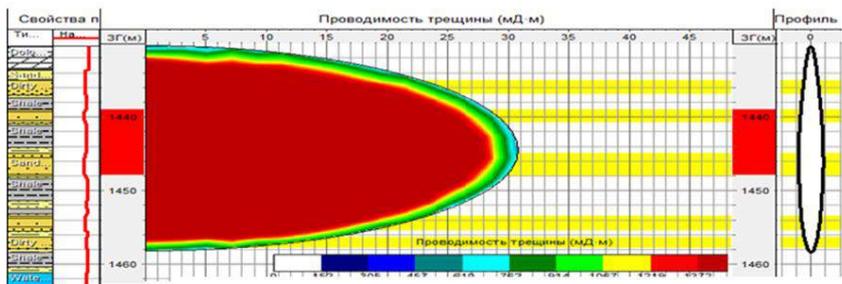


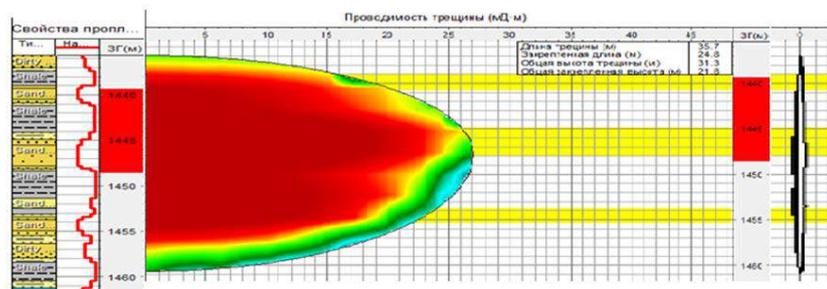
Рис.6. Оценка профиля притока и АКЦ по скважине 8785

Геометрия планируемой трещины



8785	МГРП					
	Рн, атм	Рср, атм	Рк, атм	Рмах, атм	16/20	расход, м3/мин
дизайн					1	2,8
	Фракции пропанта			пропант всего	расход, м3/мин	конц. проп. конечн, кг/м3
	16/20	12/18	12/18 RCP			
9,5	4,5	3	17	2,8	1100	

Геометрия фактически достигнутой трещины



8785	МГРП					
	Рн, атм	Рср, атм	Рк, атм	Рмах, атм	16/20	расход, м3/мин
факт	196	180	156	200	1	2,8
	Фракции пропанта			пропант всего	расход, м3/мин	конц. проп. конечн, кг/м3
	16/20	12/18	12/18 RCP			
8	3		12	2,5	800	

Рис.7. Модель трещины по скважине 8785

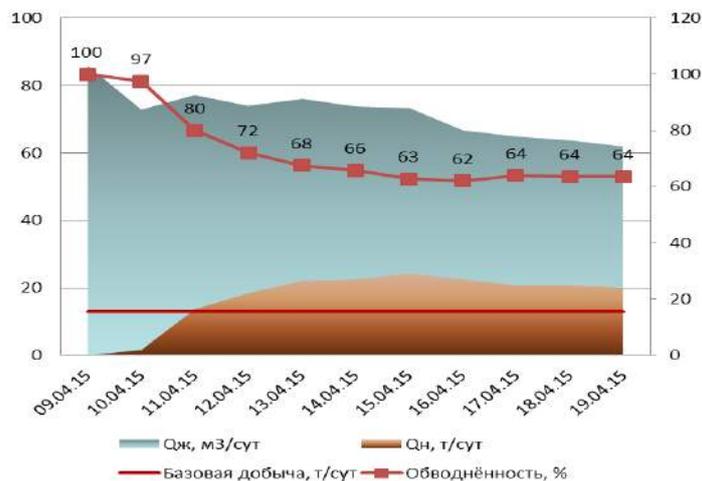


Рис.8. Параметры работы после ГРП по скважине 8785

С помощью геолого-технических мероприятий нефтедобывающие предприятия обеспечивают выполнение проектных показателей разработки месторождений. Поэтому, необходимо точно спрогнозировать изменение

прироста дебита во времени после проведения ГРП (рис.8).

Прирост дебита нефти, определяется как разница между остановочным дебитом и дебитом после проведения ГРП (таблица 2).

Таблица 2

Эффективность ГРП по скважине 8785

Параметры									Эффект	
	дата	Qж, м3/сут	%	Qн, т/сут	Нд, м	Рзаб по ТМС, атм	Ф, Гц	мех. прим., мг/л	Qж, м3/сут	Qн, т/сут
база		25	42	12,9						
расчет	12/04/15	74,6	51,3	32,4					49,6	19,5
дизайн		47	51,3	20,4					22,0	7,5
Запуск по Ф1	13/04/15	75,6	65	24,0	848	53,4	41		50,6	11,1

Скважин 8785 по состоянию на 1.08.2015 работает с параметрами по жидкости/обводненность/нефти – 73,5м3/сут / 60,9% / 25,7т/сут.

Проведенный детальный анализ эффективности выполненных ГРП – технологической и экономической, позволяет делать выводы, что тщательный подбор скважин и строгое соблюдение технологи проведения операции ГРП гарантирует положительный результат.

При проведении мероприятий по гидроразрыву высокопроницаемых пластов на ТТНК выноса песка не наблюдалось.

По результатам выполненных ГРП в апреле 2015 года запланировано дальнейшее развитие программы ГРП. Во второй очереди запланировано проведение 20 ГРП на Вятской площади Арланского месторождения.

Выводы:

В мировой практике нефтедобычи применение ГРП показывает высокую эффективность. Открывается новое

направление развития ГРП – проведение ГРП в высокопроницаемых пластах. В компании достигнуты положительные результаты применения ГРП в высокопроницаемых пластах на месторождении на последней стадии разработки. Сложные по строению продуктивные пласты, повышенная вязкость и высокообводненный фонд на Арланском месторождении требуют предъявлять к скважинам кандидатам на ГРП высокие требования по критериям отбора и качеству проводимых операций ГРП на скважине во время обработки. Полученные результаты ГРП раскрывают потенциал для дальнейшей разработки месторождения и совершенствования технологии гидроразрыва пласта.

Литература

1. Желтов Ю.П., Разработка нефтяных месторождений. – Москва: Недра, 1968, 333с.
2. Майкл Экономидис, Роналд Олайни, Питер Валько. Унифицированный дизайн гидроаэрирования пласта. ISBN 0-9710427-0-5.

АРХИТЕКТУРА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТИЛЬ КАК АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА

Гурьянчева Екатерина Николаевна

магистр дизайна, преподаватель, Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина, г. Нижний Новгород

Козлова Дарья Алексеевна

студентка, Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина, г. Нижний Новгород

ENVIRONMENTAL STYLE AS THE CURRENT TREND IN MODERN INTERIOR DESIGN

Ekaterina Guryancheva, master of design, university tutor, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod

Darya Kozlova, student, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod

АННОТАЦИЯ

Современный ритм жизни и урбанизация пагубно сказываются на населении планеты. Человеку для душевного и физического комфорта необходима связь с природой. Один из способов сделать это - экологический стиль в дизайне интерьера. Наличие гармоничных природных оттенков, достаточное количество света и натуральные материалы благотворно влияют на самочувствие современных людей.

ABSTRACT

The modern pulse of life and urbanization harm the population of the planet. A human being needs a link with the nature in order to reach his mental and physical comfort. One way to do this - ecological style in interior design. Harmonious natural colors, a sufficient amount of light and natural materials are beneficial to the health of modern people.

Ключевые слова: интерьер, дизайн, проектирование, отделочные материалы, среда, экология, стиль, экологический стиль.

Keywords: interior, design, projecting, finishing materials, environment, ecology, style, eco style.

Тема экологического дизайна одна из актуальных в наши дни. В мире высоких скоростей и больших требований люди отдалились от природы. В нашем окружении постоянно находятся быстрый ритм мегаполиса, пыльные, шумные улицы, квартиры с огромным количеством синтетических материалов.

Разрушение природной среды в разнообразных формах превратилось в мировую проблему, последствия которой привели к необходимости кардинальных изменений во многих областях человеческой деятельности.

Внимание общества к экологическим проблемам стало одной из причин формирования новой концепции в дизайне, радикально пересматривающей средства, методы и ценности дизайна. «Экологическое проектирование» не имеет четко обозначенных границ — экологическим может быть названо любое направление в дизайне, утверждающее принципы экологической этики и ориентирующееся на гармонизацию отношений человека с окружающим миром.

Экодизайн — это попытка воссоздания природной среды в местах обитания человека. В последнее время — это направление в дизайне становится популярным стилем оформления жилых домов, а экологический стиль в интерьере — один из самых востребованных современных стилей. Экологически правильно выполненное жилое

пространство позволяет отдохнуть от душного города, обеспечивает здоровую среду обитания и приближает нас к природе. В интерьере, решенном в натуральных материалах, легко дышится, царит ощущение свежести, отдыхают глаза; в таком помещении комфортно находится и взрослому и ребёнку.

Экологический стиль в интерьере основывается на нескольких составляющих: цвет, свет, натуральные материалы, текстуры и фактуры, форма, размер, функциональность.

В последнее время на пике популярности естественные природные оттенки в интерьере: нежные пастельные тона, цвет белого песка, бежевые и коричневые оттенки песчаных дюн, чёрный и белый. Также уместно использование цвета трав, камней, воды, деревьев, почвы, а ещё бледно-зеленый и бледно-голубой. Эти оттенки могут до неузнаваемости преобразить интерьер, увеличив пространство и наполнив его природной гармонией, даря положительные эмоции.

К наиболее распространенным материалам эко-стиля относятся: дерево, камень, стекло, бамбук, пробка, шелк, лен, хлопок; ротанг. Эти материалы смотрятся очень колоритно, обладают богатым натуральным цветом и роскошной фактурой. Зачастую они не нуждаются в дополнительной обработке и от этого становятся ещё более ценными.

При экологически чистом дизайне в помещении должно быть много света и воздуха. Оформление интерьеров в экостиле предполагает наличие свободного пространства. Это означает, что не стоит перегружать помещения предметами разного рода и назначения. Мебели должно быть минимум. Через большие окна природный ландшафт попадает в помещение и становится частью интерьера. Таким образом, необходимо стремиться к красивому, естественному, лаконичному и простому дизайну жилых и рабочих помещений.

В качестве главного дополнения интерьера, выполненного в экологическом стиле, выступает все живое. Необходимо присутствие большого количества зеленых растений, создающих видимость естественного ландшафта. В современных дизайн-проектах активно используются «живые стены», вертикальное озеленение, струны для ампельных растений.

Для зонирования помещений рекомендуется использовать бамбук или ширмы из ротанга. Допустимо наличие небольшого интерьерного фонтана, так как звук журчащей воды расслабляет и успокаивает после напряжённого трудового дня, а испарения увлажняют воздух, пересушенный радиаторами отопления. Интерьер можно украсить морской галькой или небольшими декоративными валунами.

В качестве оригинальных аксессуаров для интерьера в экостиле можно использовать: пни в качестве мебели, картины-гербарии, стеклянные вазы с песком,

камни и раковины; комнатные растения в оригинальных горшках; картины и фотографии с пейзажами и животным миром; плетеные предметы из лозы; шторы из натуральных волокон с растительными мотивами; аквариумы; деревянная или каменная ванна.

За счет своей положительной энергетики, способствуя расслаблению, уделяя внимание здоровью, экодизайн в интерьере быстро нашел себе поклонников и продолжает оставаться популярным в современных домах и квартирах.

Концепция экологического дизайна подчеркивает стремление хозяев дома ценить и беречь все то прекрасное, что дает нам окружающий мир. Интерьер в экостиле является не просто одним из модных направлений создания оригинального дизайна, а целой философией, направленной против загрязнения природных ресурсов и в поддержку экологической чистоты и безопасности. При использовании этого стиля необходимо стремиться к тому, чтобы конечный результат обеспечивал положительные эмоции, гармонию и единение человека с природой. И эта взаимовыгодная связь приносила только пользу.

Литература

1. Генисаретский О. И. Экология культуры. Теоретические и проектные проблемы. — М.: Всероссийский институт культурологии, 2011. — 153 с.
2. Кондратьева К. А. Дизайн и экология культуры. — М.: МГХПУ им. Строганова, 2010. — 105 с.

РОЛЬ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ В БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ГОРОДА

Кулагина Александра Александровна

преподаватель, Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,
г. Нижний Новгород

Баринова Дарья Владимировна

студентка, Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,
г. Нижний Новгород

THE ROLE OF SMALL ARCHITECTURAL FORMS IN IMPROVING THE CITY LIVING ENVIRONMENT

Kulagina Alexandra, Lecturer, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod

Barinova Daria, Student, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod

АННОТАЦИЯ

Данная статья раскрывает роль малых архитектурных форм в архитектурной среде. В условиях современного преобразования города с точки зрения градостроительства и ландшафта особо актуальным является проблема благоустройства открытых озелененных пространств. От их привлекательности и многофункциональности во многом зависит комфортность пребывания людей в городе.

ABSTRACT

The article introduces the role of small architectural forms in the built environment. It appears that addressing contemporary transformations of the cities and working on landscape and urban planning improving the quality of open green space is a very sensitive issue. The attractiveness of these green areas in terms of visual appeal and multi-functionality ensures comfortable stay in the city.

Ключевые слова: малые архитектурные формы, элементы благоустройства, дизайн среды.

Keywords: small architectural forms, improvement elements, environmental design.

В современном городе остро стоит вопрос о создании благоприятной среды для полноценной жизни человека, поэтому благоустройство городской среды является

первоочередной градостроительной проблемой. К сожалению, в градостроительстве не всегда присутствует комплексный подход, включающий в себя благоустройство жилых и общественных пространств.

Как вид искусства архитектура входит в сферу духовной культуры, эстетически формирует окружение человека, выражает общественные идеи в художественных образах. Историческое развитие общества определяет функции и типы сооружений (здания с организованным внутренним пространством, сооружения, формирующие открытые пространства, ансамбли), технические конструктивные системы, художественный строй архитектурных сооружений. По способу развёртывания образов архитектуру относят к пространственным (пластическим) видам искусства, произведения которых:

- существуют в пространстве, не изменяясь и не развиваясь во времени;
- имеют предметный характер;
- выполняются путём обработки вещественного материала;
- воспринимаются зрителями непосредственно и визуально.

Архитектура малых форм — это раздел архитектуры, к которому относятся объекты функционально-декоративного, мемориального характера, объекты, являющиеся частью городского благоустройства, объекты-носители информации. Современная практика показывает, какую существенную роль в формировании архитектуры города играет широкое разнообразие малых архитектурных форм различного назначения. Свою роль играют все элементы благоустройства территории вплоть до остановочных павильонов, уличных автоматов, фонарей, скамеек и мусорных урн [2].

Роль деталей в нашей жизни, тем более, в том, что концентрирует понятие «дизайн», переоценить невозможно. Стильный аксессуар создает настроение костюма, высота каблука определяет степень уверенности женщины в себе, очаровательные безделушки приносят уют и особую теплоту в интерьер, единственный цветок, аранжированный кружевной зеленью приобретает очарование изысканного букета.

В архитектуре и ландшафтном дизайне детали принято называть малыми архитектурными формами. Например, разнообразные ограждения на улицах - это важные объекты, определяющие облик города не менее чем памятники, стелы, фасады зданий, парки и скверы. Эпоха «хрущевки» и прочих однообразно-стандартно-экономичных решений в архитектуре российских городов ушла в прошлое. Важную роль играют все элементы благоустройства территории.

Место и роль малых архитектурных форм в образовании архитектурных ансамблей весьма различны. Так, от подчиненной роли малые формы иногда переходят к роли главного компонента в общем ансамбле и приобретают самостоятельное значение в общем архитектурном замысле. Во всех случаях малая архитектурная форма должна тесно увязываться с окружающей ее архитектурой (улица, площадь), с зеленью (парки и скверы), с водной поверхностью (на набережной).

Все малые архитектурные формы должны составлять художественное единство, что требует одновременного решения архитектуры малых форм и архитектуры зданий, правильного выбора мест установки малых архи-

тектурных форм, а также решения степени их подчиненности, поскольку они неразрывно связаны с ритмом, масштабом и озеленением всего архитектурного комплекса в целом.

При проектировании озеленения и благоустройства необходимо также использовать цвет как средство сближения архитектуры с природой, средство колористической композиции застройки. Это еще одно композиционное правило при проектировании малых архитектурных форм — колористическое единство.

Общеизвестно, что цвет — очень важный компонент при создании элемента жилой среды — застройки. Цветовая композиция малых архитектурных форм обуславливается их размещением и той ролью, которую они играют в общей архитектурной и колористической картине благоустраиваемой территории. В единой архитектурно-художественной композиции цвет скульптуры, фонтанов, основной тон монументальной живописи — такие же составляющие цветового решения застройки, как цвет зданий, замощения, скал, воды, зелени летом и снега зимой.

Абсолютно все сталкиваются с малыми архитектурными формами постоянно, так как сюда относятся скамейки, конструкции, садовые скамейки и заборы, ограждения, фонтаны и детские площадки. Например, для дороги имеет большое значение малая архитектурная форма — автобусная остановка или павильон. Именно от нее зависит архитектурный облик городской дороги. Автобусная остановка или павильон не изолируется в целом от дороги, а дополняет ее визуально. Часто на одной дороге имеется несколько павильонов, следующих последовательно, которые образуют общую эстетическую атмосферу дороги.

Важную роль в городской среде играют все формы, которые одновременно являются необходимым оборудованием современной городской среды, например, светильники или почтовые ящики. Каждый из подобных элементов может стать визитной карточкой города. Малые архитектурные формы — истинное спасение современного человека от агрессивного визуального воздействия окружающей среды: колоссальных по размерам серых фасадов, жесткого в психологическом восприятии металла, монотонности внешнего вида зданий. Именно интересные детали, активно или исподволь привлекая внимание, оберегают нас от стрессов [1].

Устройство красивых фонтанов, установка ваз и других малых архитектурных форм наряду с правильной планировкой, хорошей архитектурой зданий и обилием зелени сделает наши города еще более красивыми, а пребывание жителей на улицах, площадях, бульварах, в садах, скверах, усадебных и заводских дворах не только удобным, но и приятным и тем самым будет благоприятствовать труду и отдыху горожан на территории города.

Литература

1. Гельфонд, А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: монография / А.Л. Гельфонд. — М.: Архитектура-С, 2006. — 280 с.
2. Дизайн архитектурной среды: учеб. для вузов / Г.Б. Минервин, А.П. Ермолаев, В.Т. Шимко. — М.: Архитектура-С, 2006. — 504 с.

ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СТИЛИСТИКИ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ В УКРАИНЕ В XVII ВЕКЕ

Липуга Раиса Николаевна

ассистент кафедры архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, г. Макеевка Донецкой области.

SHAPING ARCHITECTURAL STILISTIKI ORTHODOX TEMPLE In UKRAINE In XVII AGE

Lipuga Raisa Nicolaevna, Assistent of the department «Architectural designing and design of the architectural ambience» Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Donetsk region

АННОТАЦИЯ

Постановка задачи. Статья посвящена проблеме развития православного храмостроения в Украине в XVII веке, изучению влияний и формированию архитектурных стилистических направлений. Для выявления региональных особенностей храмовой архитектуры использованы методы теоретико-аналитический, сравнения, историко-генезисного и культурного анализа и аналогии.

Результаты. Это позволило выявить и проследить кроме формирования национальных традиций храмостроения большое влияние и европейских стилей, что напрочь ликвидирует теорию об их автохтонном и национальном происхождении.

Выводы. Данные эксперименты и опыт исследования позволяют нам сделать выводы о необходимости не только сохранять православные храмы, как архитектурное достояние и культурную ценность, но строить их с учётом региональных качеств, доказывает исторически и стилистически политическое, экономическое и культурное происхождение и развитие народов, живущих на бескрайних просторах Украины.

Ключевые слова: православные храмы; архитектурный стиль.

ANNOTATION

Background. The article is devoted to the problem of orthodox church building in Ukraine in the XVII century, studying of influences and formation of architectural stylistic directions. The methods of comparison, historically geneses and analogy and the theoretically-analitical method are used for exposing the regional peculiarities of church architecture.

Results. This let expose and persue except the formation of national traditions of church building the great influence of European styles. This complitely eliminates the theory of their autchthoneus and national origin.

Conclusions. these experiments and the experience of investigation let us come to conclusions about the necessity not only of saving orthodox churches as architectural heritage and cultural value but building them according to their regional qualities, prove historically and stylistically political, economic and cultural origin and development of peoples living in the endless expances of Ukraine.

Keywords: orthodox church; architectal style.

Введение. Воздвижение памятников истории и духовности всегда считалось важнейшим направлением развития церковной архитектуры и сакрального искусства. Архитектура православных храмов – это отражение развития общества в самое разное время не зависимо от правителей и цивилизаций. Именно поэтому изучение храмовой архитектуры как духовного наследия приобрело в наше время особую актуальность. Мы, живущие на рубеже тысячелетий, стали свидетелями и участниками великих исторических событий: возрождения духовности и православной церкви, храмостроения, языка, культуры. В условиях всплеска религиозного сознания, когда государственный атеизм уходит в небытие, необходимо проанализировать историю развития храмостроения, проследить влияние и формирование стилистических особенностей сакральных сооружений, сделать созданные сакральные сооружения непреходящими ценностями и достоянием национальной культуры.

Церковная история и культура содержат в себе могучий потенциал. Христианские храмы, монастыри, церкви были теми духовными святынями предков, где они собирали свою духовную мощь. Именно церковь в течение многих веков была тем своеобразным островом, который, щедро рассеивая среди простого народа зерна просвещения и культуры, показывал образцы настоящей благотворительности, вселял духовную силу в обиженных

и обездоленных. Церковь сохранила для нас сведения древнейшей истории, которые позволяют нам осознать присущее только нам место в истории и цивилизации. Поэтому исследования церковной истории и архитектуры приобретают особую актуальность в наше время.

С возрождением храмовых святынь, активным возведением новых церковно-архитектурных композиций закономерно встает вопрос о традициях и особенностях украинского церковного зодчества. В своей речи на открытии Археологического общества в 1864 году граф А. С. Уваров отмечал: «Не только мы, но и наши предки не умели ценить родных памятников. Без всякого сознания, с полным равнодушием, безобразно исправляя старинные здания или восстанавливая их с сызнова, они не понимали, что тем самым каждый раз вырывали страницу из нашей летописи».

В данной статье показано формирование архитектурной стилистики православных храмов в Украине в XVII веке и влияние социально-экономических и политических факторов на образ храмовой архитектуры в связи с изменениями в истории нашей страны.

Семнадцатый век в Украине – это время больших изменений в обществе, в политике, в духовности и в архитектуре, порождённые внутринациональным кризисом. Значительный рост национального гнета в Украине связан

с усилением феодальной эксплуатации польскими и зависимыми от них украинскими шляхтичами-землевладельцами и зависимых от них крестьян. В виду внутреннего кризиса украинской православной церкви и неблагоприятной для нее общественной ситуации, украинский магнат Острожский предложил идею Унии православной и католической церквей с сохранением греческого обряда и прав Киевской митрополии (Брестская Уния).

Большое влияние на стилистику архитектуры того времени оказали поместья польских шляхтичей и феодалов, которые ввели веянья Ренессанса, распространённые почти во всех странах Европы ещё в XVI веке.

В определенной степени это относится и к украинской сакральной архитектуре, особенно храмам Западной Украины того периода, хотя называть ее ренессансной оснований больше. Например, город Львов, переживающий в XVI столетии развитие торговли, ремесленного производства, а также архитектуры и искусства, теснее других украинских городов был связан с городами Европы и, главным образом, Италии. После пожара 1527 года, уничтожившего застройку Львова, город строится заново и постепенно приобретает ренессансный характер. Самый замечательный ансамбль Львова, в котором ярко проявились черты Ренессанса, – это ансамбль Львовского братства, состоящий из Успенской церкви, внутреннего двора с аркадой, капеллы в честь трех святителей и башни. Особенности архитектуры ансамбля заложены в самой идее его строительства, связанной со становлением национального самосознания украинского народа и деятельности львовского Ставропигийского братства – одного из центров борьбы православных украинцев против Брестской унии 1596 года [2].

Ренессансная архитектура Львова сложна и своеобразна. Ее творцами были итальянцы, мастера из Польши, Германии, Чехии, Венгрии. Но никак нельзя приуменьшать значение творчества украинских зодчих, принимавших активное участие в архитектурном процессе. Именно славянская культура отразилась на особенностях всей львовской архитектуры, в связи с чем говорили, что во Львове, «городе ста народов», «было мало русин, но много Руси». Черты Ренессанса прослеживаются в архитектуре многочисленных украинских церквей XVI – первой половины XVII столетия в Галиции, Подоле и на Волыни. Это были трехчастные или двухчастные, иногда – трёхконховые однефные церкви, увенчанные одним, двумя или тремя верхами, в типах и композициях которых продолжались традиции предшествующего времени и народной украинской архитектуры. Ренессансными в них чаще всего были детали порталов, оконных наличников, некоторые элементы декора. В трёхкупольной Крестовоздвиженской церкви в Луцке (1619-1620 годы) в резьбе порталов заметно влияние львовской ренессансной школы.

Черты Ренессанса прослеживаются в архитектуре многочисленных украинских церквей XVI – первой половины XVII столетия в Галиции, Подолии и на Волыни. Это были трехчастные или двухчастные, иногда – трёхконховые однефные церкви, увенчанные одним, двумя или тремя верхами, в типах и композициях которых продолжались традиции предшествующего времени и народной украинской архитектуры. Ренессансными в них чаще всего были детали порталов, оконных наличников, некоторые элементы декора. В трёхкупольной Крестовоздви-

женской церкви в Луцке (1619-1620 годы) в резьбе порталов заметно влияние львовской ренессансной школы. Архитектура Ренессанса в Украине имела существенное значение для дальнейшего развития украинского церковного зодчества. «Формы Ренессанса, близкие и понятные украинскому народу, переработанные и трансформированные украинскими мастерами, сыграли немаловажную роль в формировании черт стиля украинского барокко, блестящий расцвет которого происходил во 2-й половине XVII – начале XVIII столетия» [6].

Католическое барокко, ассоциировавшееся с деятельностью иноземных угнетателей, было ненавистно украинскому народу настолько, что многие поместья и дворы польских магнатов оказались разрушены (Рис.1). Понятно, что строящиеся храмы не должны быть на них похожими. В связи с этим украинское барокко быстро вырабатывает свои стилевые особенности. Компонентами стиля стали национальные приемы типов и композиций зданий сакральных сооружений, некоторые черты украинской архитектуры, выразившиеся в характере декора.

Киевский иконописец игумен Алипий (Светличный) так характеризовал возникновение украинского барокко: «К сожалению, исторические обстоятельства в Украине начала XVII столетия сложились так, что для самоутверждения украинское общество было вынуждено создавать свою новую культуру прозападного характера. Но, как видим, народ, национальность победили даже там, где было грубое вмешательство чуждого духа, и возникла своя, национальная культура. Благодаря этому Православная Церковь в Украине смогла подняться и даже в тяжелейшие времена агрессивного окатоличивания разговаривать через своих наилучших сынов с Европой на равных» [5].

К постройкам барочного стиля украинской сакральной архитектуры второй половины XVII – начала XVIII века нужно отнести многочисленные трапезные палаты в православных монастырях: Михайловского Златоверхого, Флоровского, Братского, Выдубецкого в Киеве, Гуситынского под Прилуками, Сафрониевского близ Путивля и многих других. Для большинства трапезных характерно бесстолпное перекрытие центрального зала и алтарной апсиды с куполом с восточной стороны. В украинских храмах этого периода отмечается несколько типов, из которых один восходит к традициям древнерусской архитектуры, остальные относятся к типам украинских деревянных церквей.

Барокко – стиль архитектурных ансамблей. В монастырях Украины большинство их складывалось в разное время, довольно часто – еще в период Киевской Руси, но окончательное формирование происходит именно в эпоху украинского барокко. Тогда создаются новые постройки, объединенные в единый архитектурный комплекс, возводятся колокольни – вертикальные доминанты ансамблей, обители окружаются стенами и башнями. Наконец, всем зданиям придается единое стилевое лицо – постройки штукатурят, белят, древние здания «одевают в барочную одежду». Так создаются цельные в своем художественном выражении церковно-архитектурные ансамбли Киева (Софийский, Михайловский, Выдубецкий и другие монастыри, Киево-Печерская Лавра), Чернигова (Троицкий и Елецкий монастыри, ансамбль Черниговского детинца), Переяслава (Вознесенский, Михайлов-

ский монастыри), Межигорского, Красносельского, Густынского, Мгарского и других монастырей Приднепровья и Левобережья [1,3].

Украинское барокко XVII в. нередко называют казацким, поскольку именно казачество было носителем нового художественного вкуса (Рис. 2 и 3). Известно немало выдающихся произведений архитектуры и живописи, созданных по заказу казацкой старшины. Но казачество не только потребляло художественные ценности, выступая в роли богатого заказчика. Как большая военная и

значительная общественно-политическая сила, оно оказалось способным к созиданию собственной культурной и эстетической среды, выступая двигателем духовной жизни и творцом самобытных художественных ценностей. Казачество «одело» деревянную церковь в камень, украсило орнаментальным и растительным декором. Первой такого типа сооружением стала Николаевская церковь (1668) в Нежине на Левобережье [4].

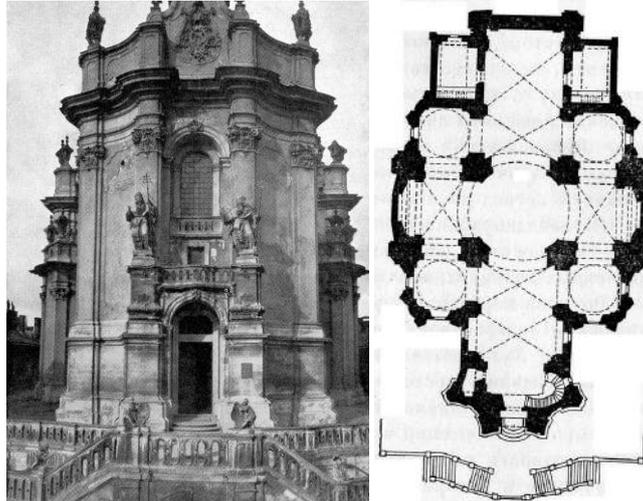


Рис. 1. Бернард Меретин. Собор Святого Юра во Львове. Западный фасад. Фрагмент.

Крещатые деревянные храмы — типичное явление в народном строительстве. Этот тип сооружений был настолько усовершенствован, что каждая из таких церквей представляет собой настоящую жемчужину архитектуры в понимании гармоничной и логичной композиции, так и отдельных форм, и деталей. К трёхбанным церквям с трёхдольным заложением принадлежат Покровский собор в Харькове (1680), две церкви Киево-Печерской лавры, собор в Ромнах и Сумах.

Совершенных художественных форм достигли пятикупольные храмы. К первым таких строений принадлежит церковь Адама Киселя в Нискиничах на Волыни (1653) и перестройка Спаса в Берестовом под Киевом во времена Петра Могилы (1638-1643). Развитые барочные формы воплотились в сооружениях Киево-Печерской лавры - церквях Всех Святых (1696-1698) и Крестовоздвиженской, соборе Св. Георгия Выдубецкого монастыря (1672-1674), Преображенской церкви в Прилуках (1716), соборе в Нежине и т.д.

В первой половине XVII века в архитектуре Украины выделилось два архитектурных центра, которые развивали традиции каменного зодчества с ярко выраженными национальными чертами: Киев и Чигирин, их влияние отразилось на архитектурных сооружениях всего Левобережья и Слобожанщины. Здесь возникли храмы, каменные светские жилые и административные здания, учебные заведения, трапезные. К таким строениям принадлежат Троицкая церковь в Чернигове (1679), Михайловский собор (1690-1694) и Братская церковь Киево-Могилянской академии (1695), собор Мгарского монастыря возле Бубен (1682), Михайловская церковь Выдубицкого монастыря, здание полковой канцелярии в Чернигове (дом Я. Лизогуба), Переяславский коллегиум, митрополичий дом Софии Киевской и Киевской академии, дом Малороссийской коллегии в Глухове.

Особенностью казацких соборов было отсутствие четко выраженных фасадов: они одинаковые с четырех сторон, возвращены одновременно ко всем частям мира, ко всем собравшимся на площади. Демократичность казацкого пятиглавого собора не мешает ему быть и выразителем чисто барочного мироощущения, в частности сложного чувства неделимой единства конечного и бесконечного. В казацких соборах воплощено иррациональный образ мира. По своей внутренней сущности украинский казацкий собор органично вписывается в картину духовных исканий европейского барокко. Зеленого и голубого цвета купола соборов украшены золотом или облепленные, как небо, золотыми звездами. С середины подкупольное пространство также светится и сияет, как небо днем, а ночью наполняется глубоким мраком. Казацкие соборы как бы стали воплощением народной мечты о свободе, о счастье, о небе, то есть рае на земле.

Выводы

1. Таким образом, во все времена архитектура украинских православных храмов сохраняла аутентичность и национальную неповторимость, несмотря на внешние политические и культурные влияния. Поддавшись веянию европейского Возрождения в XVII веке и помпезного Барокко в XVIII веке, облик украинских храмов возвращает национальные черты с распространением барокко «мазепинского». В конце XVIII - начале XIX века в украинское храмовое строительство вливаются популярные классицизм, ампиризм и, в последствии, модернизм. Но, несмотря на политические и исторические перипетии по отношению к украинскому православию и духовности в прошлом, в наши дни интерес к храмовому строительству возрождается с новой силой.

2. Используя вышеуказанные методы исследования, удалось выявить совершенные отличия в формировании архитектурных стилей в разных областях Украины, особенно в Юго-Восточной её части, где замечено, в основном, русское влияние в храмо-строительстве.



Рис. 2. Георгиевский собор,

Выдубецкого монастыря в Киеве. План и фасад. «Казаческое» барокко. XVII век. украинское барокко.

3. Данные исследования доказывают не совсем украинское, национальное происхождение архитектурных стилей в Западной Украине и опровергают версии об отсутствии храмо-строения в Восточной Украине.

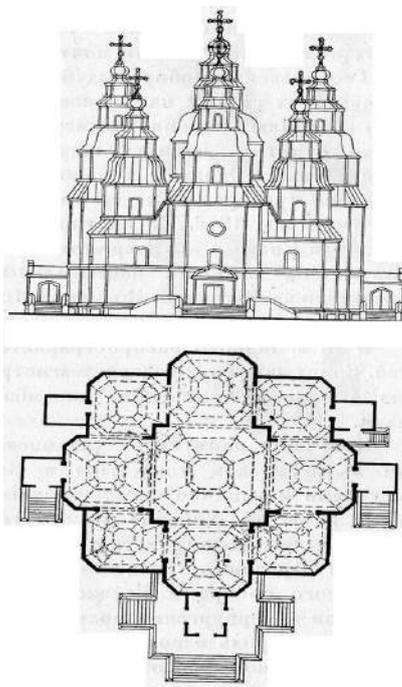


Рис. 3. Троицкий собор. Новомосковск.

Литература

1. Жовква О. Основні тенденції у західній сакральній архітектурі // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. зб. Київ: КНУБА. - 2006. Вип.16. - С.291-296.
2. Історія української архітектури. За редакцією проф. В. Тимофієнка. Київ. «Техніка». - 2003. - 472 с.
3. Липуга Р.Н. Анализ зарубежного и отечественного опыта строительства православных храмов // Науч.-техн. ж-л «Региональная архитектура и строительство» - 2014. - №3(20). - С.154-160.
4. Lipuga R.N. Identification of the main stages of stylistic directions in the
5. orthodox church architecture of the southeastern Ukraine. European Science and Technology: materials of the VI international research and practice conference, Vol. I, Munich, December 27-28, 2013/ Publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany: 2013. - Pp. 30-35.
6. Moklowski K. Sztuka tudowa. S. 376.
7. Цапенко М. Архитектура левобережной Украины XVII – XVIII веков. Киев, 1966. – С. 147.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГИДРОДЕГАЛОГЕНИРОВАНИЕ АРИЛГАЛОГЕНИДОВ КАК ФУНКЦИЯ МЭП

Крылов Евгений Николаевич

доктор химических наук, профессор, Ивановский государственный университет, г. Иваново

Вирзум Людмила Викторовна

кандидат химических наук, доцент, вановская государственная сельскохозяйственная академия
г. Иваново

HYDRODEHALOGENATION OF ARYL HALIDES AS A FUNCTION OF MEP

Krylov Evgenij Nikolaevich, doctor of science, professor of Ivanovo State University

Virzum Ludmila Victorovna, candidate of science, assistant professor of Ivanovo Agriculture Academy

АННОТАЦИЯ

МЭП как дескриптор реакционной способности арилгалогенидов в реакции каталитического гидродегалогенирования позволяет диагностировать электрофильный характер реакции, одновременно учитывая степень влияния стерических затруднений данному процессу, которое выражается в изменении тренда относительной реакционной способности арилгалогенидов от величины МЭП на реакционном центре.

ABSTRACTS

MEP in dehydrohalogenation reactions is a good reaction ability descriptor. The relationship between initial reaction rates and MEP corresponds to the electrophilic nature of the reaction mechanism. The view of these dependencies allows to take into account steric hindrance at the reaction of hydrodehalogenation.

Ключевые слова: гидродегалогенирование; молекулярный электростатический потенциал.

Key words: hydrodehalogenation; molecular electrostatic potential.

Проблема утилизации галогенорганических соединений, противоречащих принципам «зеленой» химии [24], представляется актуальной как с практической стороны, так и в теоретическом плане. Одним из наиболее перспективных методов удаления их является реакция гидродегалогенирования их молекулярным водородом на палладиевых катализаторах [6], механизм которой до сих пор в деталях не установлен [15]. Катализаторы на основе палладия имеют большие перспективы для использования в этой области [26].

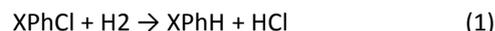
В реакциях арилгалогенидов, катализируемых палладием, образуются арилпалладиевые реагенты [1, 8]. Поэтому процесс гидродегалогенирования может быть представлен как хемосорбция субстрата на катализаторе с последующим либо электрофильным палладированием и дальнейшим восстановительным депалладированием H₂, либо как протонирование с последующим отщеплением галогена [8, 22]. Электрофильная атака на ключевой атом углерода электрофилом затруднена вследствие электроноакцепторного σ -эффекта соседнего атома галогена. Следует учитывать также стерические затруднения процессу хемосорбции [9, 15].

Диагностика механизмов органических реакций и описание химической активности органических соединений осуществляется различными методами, в том числе методом DFT-индексов реакционной способности [12] (ИРС) (жесткость η , электрофильность ω , электронный химический потенциал (μ), а также функция Фукуи (FF). Ме-

тод основан на приложении теории DFT [7] к теории жестких и мягких кислот и оснований Пирсона [18] и распространен на теорию реакционной способности органических соединений [13, 25].

Используются и современные статические ИРС, характеризующие основное состояние молекул и взаимодействия на дистанциях свыше 3 Å, когда определяющими являются только электростатические силы [5], в частности, молекулярный электростатический потенциал (Vesp, МЭП) [17]. МЭП по определению представляет собой энергию взаимодействия пробного точечного положительного заряда с электростатическим полем атома, около которого помещен этот пробный заряд. Если эта энергия отрицательна, то это означает притяжение, а, следовательно, понижение общей энергии системы [11]. Обычно МЭП ассоциирован с электроотрицательными атомами [азот, кислород, сера(VI)]. Распределение МЭП влияет на дальнедействующее взаимодействие реагентов [19]. В современных публикациях [19, 20] МЭП рассматривается как фундаментальный фактор, определяющий природу и поведение атомов и молекул, и их способность к межмолекулярным взаимодействиям. Для описания реакционной способности МЭП является более подходящим статическим дескриптором по сравнению с зарядом на атомах, представляя собой физически наблюдаемую величину [23]. Для теоретического анализа процессов гидродегалогенирования данный ИРС ранее не применялся.

Процесс (1) гидродехлорирования замещенных хлорбензолов XPhCl молекулярным водородом на катализаторе Pd/AlPO₄/SiO₂ в метаноле при 40°C [9] приводит к образованию дехлорированных продуктов с начальной активностью субстратов Rg, приведенными в табл. 1. Там же приведены заместители X и величины МЭП на ключевом атоме углерода, который несет атом хлора и который является реакционным центром.



Расчет МЭП и других упомянутых выше параметров молекул проведен программным комплексом NWChem ver. 6.5 [27] на уровне теории M06/6-311+G* с учетом влияния растворителя в рамках неспецифической сольватации методом SMD [16] при рабочей температуре эксперимента с учетом величины диэлектрической проницаемости метанола [3].

Таблица 1

Свойства арилхлоридов XPhCl и начальная активность этих соединений в реакции гидродехлорирования молекулярным водородом на Pd/AlPO₄/SiO₂ в метаноле при 40°C [9]

N	X	σ(Гаммет)	Vesp, a.u.	Rg [9]	lgRg
1	NH ₂	-0.660	-14.733435	0.942	-0.0259
2	3-Me	-0.069	-14.716855	0.462	-0.3354
3	H	0.000	-14.713038	0.747	-0.1267
4	4-F	0.062	-14.700859	0.804	-0.0947
5	2-Me	-	-14.718247	0.502	-0.2993
6	4-Cl	0.227	-14.697428	0.097	-1.0132
7	4-Me	-0.170	-14.719668	0.430	-0.3665
8	4-OH	-0.37	-14.719149	0.804	-0.0947

Величина МЭП на ключевом атоме углерода определяется электронным эффектом заместителя, на что указывает корреляция (2), близкая к линейной, между Vesp и σ-константами Гаммета для X, имеющая вид

Вследствие этого зависимость (3) между lgRg и Vesp также имеет линейный характер, имеющий тренд, соот-

ветствующий электрофильному характеру стадии, определяющей скорость. Корреляция между начальной активностью субстратов (в виде lgRg [9]) и МЭП на реакционном центре (с учетом статистической поправки в lgRg, равной -0.301 для данных по 4-дихлорбензолу, имеющему два эквивалентных реакционных центра), имеет антибатный характер и достаточно близка к линейной.

$$Vesp = (-14.709 \pm 0.002) + (0.041 \pm 0.007) \cdot \sigma(X), R = 0.942, SD = 0.00492, N = 6, P = 0.005 \quad (2)$$

$$\lg Rg = (-276.82 \pm 25.05) - (18.79 \pm 1.70) \cdot Vesp, R = -0.988, SD = 0.044, N = 5, P = 0.0016 \quad (3).$$

Анализ реакции гидродефторирования полифторбензолов PhH_{6-n}F_n молекулярным водородом [10] в водной среде на катализаторе Rh/Al₂O₃, протекающей по схеме (4), осложняется наличием множества реакцион-

ных центров, количество которых увеличивается при увеличении количества атомов фтора (n) в молекуле полифторбензолов.



Таблица 2

Гидродефторирование полифторбензолов (1) водородом в водной фазе на катализаторе 5 масс% Rh/Al₂O₃ при атмосферном давлении и комнатной температуре

В-во	E(HOMO)	E(LUMO)	μ	η	ω	Krel [10]	logKrel
1	-0.27185	-0.02387	-4.024	3.374	2.399	1.00	0.000
2	-0.27485	-0.02697	-4.107	3.373	2.500	1.04	0.017
3	-0.2761	-0.02764	-4.133	3.380	2.5260	0.67	-0.174
4	-0.26991	-0.03292	-4.120	3.224	2.632	0.74	-0.131
5	-0.28344	-0.03115	-4.280	3.433	2.669	0.87	-0.061
6	-0.2748	-0.0348	-4.212	3.265	2.717	0.62	-0.208
7	-0.28572	-0.02491	-4.226	3.549	2.517	0.31	-0.509
8	-0.28193	-0.03778	-4.350	3.322	2.848	0.73	-0.137
9	-0.28187	-0.0339	-4.296	3.374	2.736	0.44	-0.357
10	-0.27635	-0.03974	-4.301	3.219	2.873	0.51	-0.292
11	-0.28483	-0.04443	-4.480	3.271	3.068	0.61	-0.215
12	-0.29323	-0.05709	-4.766	3.213	3.536	0.58	-0.237

Примечание: 1 – FPh, 2 - 1,2-F₂Ph, 3 - 1,3-F₂Ph, 4 - 1,4-F₂Ph, 5 - 1,2,3-F₃Ph, 6 - 1,2,4-F₃Ph, 7 - 1,3,5-F₃Ph, 8 - 1,2,3,4-F₄Ph, 9 - 1,2,3,5-F₄Ph, 10 - 1,2,4,5-F₄Ph, 11 - 1,2,3,4,5-F₅Ph, 12 - 1,2,3,4,5,6-F₆Ph.. Здесь и далее E – в единицах Хартри (a.u.), μ, η, ω – eV. Krel - относительная константа скорости гидродефторирования [10].

Обнаруженное ранее [4] разделение общей выборки табл. 2 на четыре группы, соответствующие развитию стерических препятствий процессу гидродефториро-

вания (табл. 3) как функции общей электрофильности субстратов (ω), позволяет предположить, что корреляции относительной активности на МЭП реакционных центров

будут разделены на такие же группы по такому же признаку, а корреляции реакционной способности возможно провести по реакционным центрам с наиболее отрица-

тельным значением МЭП – в соответствии с предположением об электрофильном характере стадии, лимитирующей скоростью [2].

Таблица 3

Состав четырех реакционных серий и параметры корреляций logKrel на общую электрофильность субстратов ω в виде $\log K_{rel} = (A \pm sA) + (B \pm sB) * \omega$

N	Субстраты (табл. 2)	A ± sA	B ± sB	R	SD	P
1	2, 5, 8, 11	1.03 ± 0.05	-0.41 ± 0.02	0.998	0.008	0.002
2	1, 4, 6, 10	1.50 ± 0.09	-0.63 ± 0.04	0.997	0.012	0.003
3	1, 3, 9	2.48 ± 0.34	-1.04 ± 0.13	0.992	0.032	0.008
4	7, 9, 10, 11	-1.83 ± 0.16	0.53 ± 0.06	0.989	0.022	0.011

Первая реакционная серия состоит из фторбензолов с орто-расположением атомов фтора (табл. 4). Антибатная зависимость начальной активности субстратов при дегидрофторировании (5) согласуется с таковой при дегидрохлорировании, указывая на сохранение электро-

фильного механизма механизма реакции, так что высказанное ранее предположение о разделении общей выборки на четыре группы подтверждается. Выбор реакционных центров основан на термодинамических данных по энергиям связей в арилполигалогенидах [21].

Таблица 4

Величины МЭП на атомах углерода (реакционный центрах), а.у., реакционной серии 1 (табл. 3)

Субстрат/реакц. центр	1,2-дифторбензол	1,2,3-дифторбензол	1,2,3,4-тетрафторбензол	1,2,3,4,5-пентафторбензол
C3	-14.674469			
C8	-14.674469	-14.656924	-14.644659	-14.625911
C4		-14.656924		
C9		-14.660485	-14.643029	-14.631365
C5			-14.644659	
C10			-14.643029	-14.625219
C6				-14.625911
C11				-14.631365
lgKrel	0.017	-0.061	-0.137	-0.215

Примечание. Нумерация атомов углерода создана программой-визуализатором ChemCraft ver. 1.8, Build 405 [14]. Выделены величины Vesp, использованные в корреляции (4). Krel = 1 для фторбензола.

$$\lg R_g = (-77.95 \pm 2.03) - (5.31 \pm 0.14) * V_{esp}, R = 0.999, SD = 0.0045, N = 4, P = 0.0007. \quad (5)$$

Наличие нескольких реакционных центров, количество которых увеличивается от 2 для 1,2-дифторбензола до 5 в 1,2,3,4,5-пентафторбензоле осложняет анализ, поскольку требует введения статистических поправок, однако поскольку вклад каждого реакционного центра неодинаков, требуется введение еще и статистических весов

вкладов каждого реакционного центра. На данной стадии исследования такой анализ провести не представляется возможным.

В табл. 5 приведены аналогичные данные для 4-той реакционной серии (табл. 3).

Таблица 5

Величины МЭП на атомах углерода (реакционный центрах), а.у., реакционной серии 4 (табл. 3)

Субстрат/реакц. центр	1,3,5-трифторбензол	1,2,3,5-тетрафторбензол	1,2,4,5-тетрафторбензол	1,2,3,4,5-пентафторбензол
C4	-14.650206			
C6	-14.650142			-14.625911
C8	-14.650234		-14.643076	-14.625911
C5		-14.637550	-14.643076	
C10		-14.648250	-14.643074	-14.625219
C9		-14.637550		-14.631365
C7		-14.638249	-14.643074	
C11				-14.631365
lgKrel	-0.509	-0.357	-0.292	-0.215

Примечание. Нумерация атомов углерода создана программой-визуализатором ChemCraft ver. 1.8, Build 405 [14]. Выделены величины Vesp, использованные в корреляции (4) (табл. 3) для получения корреляции (6) (табл. 5).

$$\lg R_g = (202.2 \pm 77.2) + (13.8 \pm 5.3) * V_{esp}, R = 0.880, SD = 0.073, N = 4, P = 0.12 \quad (6)$$

В реакционной серии 4 влияние стерических эффектов заместителей становится преобладающим, поэтому корреляция (6) (табл. 5) имеет симбатный тренд,

что противоречит физическому смыслу зависимости, однако согласуется с представлениями о компенсационном эффекте [4] при гидродегалогенировании.

Однако стадией, определяющей скорость процесса (1), может быть не только электрофильное палладирование (7) с образованием интермедиата, но и протодепалладирование (8) этого интермедиата.

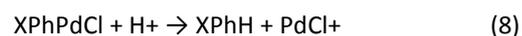


Таблица 6

Величины МЭП на атомах углерода, несущем группу PdCl, а.у., и начальная активность субстратов

N	X	-Vesp (C-PdCl)	IgRg
1	NH ₂	14.664121	-0.1250
2	3-Me	14.651398	-0.3350
3	H	14.64729	-0.1270
4	4-F	14.637148	-1.495
5	2-Me	14.652596	-0.2990
6	4-Cl	14.631988	-1.013
7	4-Me	-14.653771	-0.367
8	4-OH	14.652987	-0.0947

$$\text{IgRg} = (-621.2 \pm 168.4) - (42.4 \pm 11.5) \cdot \text{Vesp}, R = -0.833, SD = 0.308, N = 8, P = 0.010 \quad (9)$$

Антибатная зависимости между Vesp атома углерода, несущего палладий, и начальной активности субстратов в логарифмической форме $\text{IgRg} = f(\text{Vesp})$ наблюдается в действительности (9). Сравнительно невысокое качество корреляции (9) может указывать на определенные стерические препятствия процессу, поскольку группа PdCl имеет ощутимый размер.

Литература

1. Анаников В.П., Белецкая И.П. // Российские нанотехнологии. 2009. Т. 4. № 7–8 С. 58 – 69.
2. Груздев М. С., Вирзум Л.В., Крылов Е. Н. // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 41. N 2. С. 115 – 120.
3. Крестов Г.А., Афанасьев В.А., Ефремова Л.С. Физико-химические свойства бинарных растворителей. Справочник. Л.: Химия. 1988. 688 с.
4. Крылов Е.Н. // Вестник ИвГУ. 2014. Вып. 2. С. 53 – 61.
5. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Квантовая органическая химия. Механизмы реакций. М.: Химия. 1986. 248 с.
6. Юфит С.С., Злотин С.Г., Евдокимова Г.В., Шипкова Н.А. Гидродехлорирование как универсальный «зеленый» метод уничтожения хлорсодержащих стойких органических соединений. / В сборнике статей «Зеленая химия в России». / Ред. Лунин В.В., Тундо П., Локтева Е.В. М.: Изд. МГУ. 2004. С. 204 – 231.
7. A matter of density. / Sukumar N., Ed. 2013. Hoboken: J.Wiley and Sons, Inc. 318 p.
8. Alonso F., Beletskaya I.P., Yus M. // Chem. Rev. 2002. Vol. 102. P. 4009 – 4091.
9. Aramendia M.A., et al. // Appl. Cat. B. Environmental. 2003. Vol. 43. P. 71 – 79.
10. Baumgarten R., Stieger G.K., McNeill K. // Environ. Sci. Technol. 2013. Vol. 47. Iss. 12. P. 6545 – 6553.
11. Bonaccorsi R., Scrocco E., Tomasi J.. // J. Phem. Phys. 1970. Vol. 52. P. 5270 - 5284.
12. Chemical reactivity theory. A density functional view. / Chattaraj P.K., Ed. N.-Y.: CRC Press. 2009. 576 p.
13. Concepts and methods in modern theoretical chemistry. Electronic structure and reactivity. / Ghosh S.K., Chattaraj P.K. Eds. 2013. N.-Y.: CRC Press. 2013. 450 p.
14. <http://www.chemcraftprog.com>
15. Keane M.A. // ChemCatChem. 2011. Vol. 3. N 5. P. 800 – 821.
16. Marenich A., Cramer C.J., Truhlar D.G. // J. Phys. Chem. B 2009. Vol. 113. P. 6378 – 6396.
17. Molecular electrostatic potentials. Concepts and applications. / Murray J.S., Sen K., Eds Amsterdam: Elsevier. 1996. 664 p.
18. Pearson R.G. Chemical hardness. Applications from molecules to solids. 1997. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH. 200 p.
19. Politzer P., Murray J.S. Molecular electrostatic potentials. Some observations. / In Concepts and methods in modern theoretical chemistry. Ghosh S.K., Chattaraj P.K., Eds. N.-Y.: CRC Press. 2013. 450 p. P. 181 – 199.
20. Politzer P., Murray J.S. // Theor. Chem. Acc. 2002. Vol. 108. N 3. P. 134 – 142.
21. Sadowsky D., McNeill K., Cramer C.J. // Environ. Sci. Technol. 2013. Vol. 47. Iss. 24. P. 14194 – 14203.
22. Serguchev Yu.A., Belokopytov Yu.V. // Kinetics and Catalysis. 2001. Vol. 42. N 2. P. 195 – 203.
23. Stewart R.F., // Chem. Phys. Lett. 1979. Vol. 65. P. 335 – 342.
24. Sheldon R.A., Arends J., Hanefeld U. Green chemistry and catalysis. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH. 2007. 447 p.
25. Theoretical aspects of chemical reactivity. / Torolabbe A., Ed. Amsterdam: Elsevier. 2007. 322 p.
26. Tsuji J. Palladium reagents and catalysis: new perspectives for the 21th century. Chichester: Wiley and Sons. 2004. 670 p.
27. Valiev M. et al. // Comput. Phys. Commun. 2010. Vol. 181. P. 1477 - 1489.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ

Тюрин Игорь. Юрьевич

кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов

Левченко Галина Викторовна

кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов

PERFORMANCE VEHICLES IN AGRICULTURE FOR THE CARRIAGE OF AGRICULTURAL GOODS

Tyurin Igor, Candidate of technical Sciences, associate hrofessor FSBEI HPE "Saratov SAU" named after N.I. Vavilov, city of Saratov

Levchenko Galina, Candidate of technical Sciences, associate hrofessor FSBEI HPE "Saratov SAU" named after N.I. Vavilov, city of Saratov

АННОТАЦИЯ

В настоящее время для планирования, учета, анализа и оценки работы подвижного состава сельскохозяйственного транспорта установлена система показателей, позволяющая оценивать степень его использования, результаты и эффективность работы.

Ключевые слова. Транспортные операции, транспортный процесс, себестоимость, рентабельность, пробег, график работы, эффективность.

ABSTRACT

Currently, planning, accounting, analysis and evaluation of the rolling agricultural transport system installed indicators to assess the extent of its use, results and performance.

Keywords: Transport operations, transport process, cost, profitability, running, schedule, efficiency.

Особенностью сельскохозяйственных продуктов является то, что в течение времени в них происходят сложные биологические процессы, от характера и интенсивности которых зависят их качество и сохранность [1-4]. Физико-механические и агробиологические особенности сельскохозяйственных грузов определяют требования к технологиям возделывания культур [5-7], подвижному составу, погрузочно-разгрузочной технике и организации перевозок.

С отказом от планово-распределительной системы, обеспечивающей централизованное снабжение сельского хозяйства материально-техническими средствами, и при отсутствии нормальных рыночных отношений, количество техники и в том числе автотранспорта в аграрном производстве резко сократилось. Обеспеченность хозяйств автомобилями не превышает 50-70% потребности при значительном их старении. Рынок техники и инженерных услуг не получил пока соответствующей регламентирующей, нормативной базы для его организации и функционирования.

Между тем роль транспорта в сельскохозяйственном производстве постоянно возрастает, удельный вес транспортных затрат в общем их объеме увеличивается. Транспортный фактор играет все большую роль в конкурентной борьбе за рынки сбыта сельскохозяйственной продукции. Расходы на доставку продукции к местам ее

реализации составляют значительную долю, а учитывая дальность перевозок, они сопоставимы с затратами на производство. От его использования в значительной степени зависит сохранность продукции и ее качество.

Таким образом, при планировании дневного задания автотранспортных перевозок возникают затруднения в определении числа тех или иных моделей транспортных средств для перевозки груза, когда приходится учитывать дорожные условия, скорость движения, продолжительность и длительность перевозки, время простоя на погрузке и разгрузке, т.е. эффективности использования подвижного состава.

В настоящее время применяется несколько показателей для измерения эффективности использования подвижного состава: прибыль, рентабельность, производительность подвижного состава в тоннах и тонно-километрах, удельная производительность подвижного состава, себестоимость перевозок, удельный расход топлива и т.д.

Главным экономическим показателем, при планировании работ в сельском хозяйстве является прибыль, которая находится в прямой зависимости от себестоимости перевозок. Поэтому основное условие эффективной работы предприятия – снижение себестоимости транспортной работы.

При определении себестоимости учитываются переменные расходы Спер, связанные с эксплуатацией автотранспортных средств и постоянные расходы Спос, связанные со стоимостью технических зданий, сооружений.

$$S_{Qi} = \frac{1}{q_i \cdot \alpha_{\Gamma i}^{CT}} \left(\frac{C_{\text{пер}i} \cdot l_{\text{ег}i}}{\beta_{ei}} + \frac{C_{\text{пос}i} \cdot l_{\text{ег}i}}{v_{\Gamma i}} + C_{\text{пос}i} \cdot \sum t_{\text{пр}i} \right), \text{ [руб/т];} \tag{1}$$

$$S_{Pi} = \frac{1}{q_i \cdot \alpha_{\Gamma i}^{\text{д}}} \left(\frac{C_{\text{пер}i}}{\beta_{ei}} + \frac{C_{\text{пос}i}}{\beta_{ei} v_{\Gamma i}} + \frac{C_{\text{пос}i} \cdot \sum t_{\text{пр}i}}{l_{\text{ег}i}} \right), \text{ [руб/т км],} \tag{2}$$

где Спер_i – сумма переменных расходов, руб/км; Спос_i – сумма постоянных расходов, руб/ч, β_{ei} – коэффициент использования пробега (в расчетах для маятникового маршрута принимаем β_{ei}=0,5); v_{Γi} – средняя техническая скорость транспортных средств (в расчетах принимаем для одиночных автомобилей v_Т=30...40 км/ч, для автопоездов – v_Т=25...35 км/ч), км/ч; ∑t_{прi} – суммарное время простоя подвижного состава (находится по выражению 10), ч, q_i – номинальная грузоподъемность единиц транспортных средств, т, α_{Γi}^д – коэффициент динамического использования грузоподъемности ПС (в расчетах принимаем α_{Γi}^д = α_{Γi}^{CT}).

Себестоимость перевозок и рентабельность являются обобщающими экономическими показателями, оценивающими работу хозяйства. Чем лучше подобран состав транспортных средств и лучше оно эксплуатируется, тем ниже себестоимость перевозок и выше рентабельность.

Для ритмичной работы подвижного состава и согласованной работы погрузочно-разгрузочных и транспортных средств, при перевозках массовых грузов составляют графики движения. Графики составляют на основании схемы маршрута, расстояний между грузопунктами, расстояний нулевых пробегов, данных о времени наряда, простое под погрузкой разгрузкой, выполнения ежедневного технического обслуживания (ЕТО), обеда и перемены, средней технической скорости транспортных средств.

Графики работы транспортных средств строят по уточненным значениям продолжительности времени в наряде T[']_н, с учетом времени ежедневного технического обслуживания ТЕТО:

$$T_{\Sigma \text{н}} = T'_{\text{н}i} + T_{\text{ЕТО}i}$$

Время простоя транспортных средств при погрузке и разгрузке определяется по формулам:

$$\sum t_{\text{пр}i} = t_{\text{ож.пр}i} + t_{\text{м}i} + \frac{q_i \cdot \alpha_{\Gamma i}^{CT} \cdot N_{\text{впр}i}}{2} + t_{\text{вз}i} + t_{\text{оф.д}i} \tag{3}$$

С учетом постоянных и переменных расходов, а также факторов, определяющих транспортный процесс, выражение для определения себестоимости перевозок примет вид:

$$\sum t_{\text{пр}i} = t_{\text{ож.пр}i} + t_{\text{вз}i} + t_{\text{м}i} + \frac{q_i \cdot \alpha_{\Gamma i}^{CT} \cdot N_{\text{впр}i}}{2} + t_{\text{оф.д}i} \tag{4}$$

Время движения подвижного состава зависит от средней технической скорости и определяется по выражению:

$$t_{\text{дв}i} = \frac{l_i}{v_{\Gamma i}}, \tag{5}$$

Таким образом, эффективность использования транспортного средства может зависеть и определяться, с одной стороны, совершенством его конструкции и соответствии условиям эксплуатации – транспортным, дорожным и климатическим. С другой стороны, она зависит от организации перевозок: продолжительности суточного времени в наряде, количества дней работы в году, рациональной организации маршрутов перевозок, механизации погрузочно-разгрузочных работ, продолжительности простоев при оформлении приема и сдачи груза, рациональной организации хранения, технического обслуживания, ремонта и т.д.

Литература

1. Тюрин, И.Ю. Совершенствование технологического процесса досушивания сена на стационаре [текст] / Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук/ Саратов, 2000, 24 с.
2. Тюрин, И.Ю. Значение процесса и способы сушки зерна [текст] // Тюрин И.Ю., Тельнов М.Ю. // Научное обозрение, № 4. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2011., с.112...115.
3. Тюрин, И.Ю. Перспективы развития экспериментальных исследований процесса сушки. [текст] / И.Ю. Тюрин // Научное обозрение, № 5. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2010, с.76...78.
4. Тюрин, И.Ю. Принципы и направления модернизации инженерно-технологического обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур [текст] / И.Ю. Тюрин // Научное обозрение. 2011. № 2. С. 47-51.
5. Соколов, Н.М. Обоснование параметров противоэрозионного приспособления для обработки склоновых почв [текст] / Н.М. Соколов / Научное

- обозрение, № 3. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2012., с.109...112.
6. Левченко, Г.В. Устройство для упорядоченной укладки рулонов грубых кормов [текст] / Г.В. Левченко, В.Н. Соколов, А.В. Ракутина / Научное обозрение, № 3. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2014., с. 38...41.
7. Левченко, Г.В. Погрузчик-смеситель / Г.В. Левченко, П.И. Павлов, И.С. Алексеенко // Патент на полезную модель №87153; МПК В65G67/24, опубл. 27.09.2009, бюл. №27.

ВОЕННЫЕ НАУКИ

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ ОЛВМ-МОДЕЛЕЙ БОЕВЫХ СИСТЕМ И ВООРУЖЕННОЙ БОРЬБЫ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ И КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПОДСИСТЕМ

Поленин Владимир Иванович,
доктор военных наук, профессор, Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова», профессор
Сущенко Дмитрий Андреевич,
Адъюнкт

BASES TECHNIQUE OF CONSTRUCTION OLVM MODELS OF COMBAT SYSTEMS AND ARMED STRUGGLE BY CREATING AND KOMPLEKSIROVANIIA MODELS SUBSYSTEMS

Polenin Vladimir, doctor of military sciences, professor, The Navy military educational scientific center "Naval academy of N. G. Kuznetsov", professor, Sushenkov Dmitry, associate

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена реализация информационной технологии общего логико-вероятностного метода (ОЛВМ) для вероятностной оценки хода и исхода вооруженной борьбы. Решена задача создания основ методики построения ОЛВМ-моделей боевых систем и вооруженной борьбы путем создания и комплексирования моделей подсистем. Определены методологические принципы построения достаточно качественных методик. Сформулирована и на конкретном примере доказана гипотеза (аксиома) о полной модели выполнения общей задачи боевой системы как комплекса (структурного сочетания) модельных модулей выполнения частных задач элементами боевой системы.

ABSTRACT

In the article the implementation of information technology General logical-probabilistic method (OLVM) for probabilistic assessment of progress and outcome of the armed struggle. The problem of establishing the foundations of the method of constructing OLVM models combat systems and the armed struggle through the creation and integration of models of subsystems. Defined methodological principles of sufficient quality techniques. Formulated and a specific example of a proven hypothesis (axiom) full model mission combat system as complex (structural matching) model modules performing particular elements of the combat system.

Ключевые слова: логико-вероятностный метод; событийные модели; боевые системы; вооруженное противоборство; комплексирование моделей.

Keywords: logical-probabilistic method; event model; combat systems; armed confrontation; aggregation models.

Введение

В статьях [6] рассматриваются вопросы создания моделей неблагоприятных и поражающих факторов. При этом порядок сборки обобщенных моделей боевых систем и вооруженной борьбы в целом путем комплексирования моделей подсистем остается не раскрытым. Авторами имеется в виду очевидность построения моделей подсистем, исходя из их смыслового содержания, и очевидность объединения моделей подсистем в общую или обобщенную модель боевой системы или вооруженной борьбы.

Вместе с тем, опыт освоения ОЛВМ[4] и программных комплексов ПК АСМ [2] свидетельствует о том, что задача сборки общих моделей из частных моделей и создания собственно частных моделей является далеко не тривиальной.

В связи с этим возникает задача создания методики построения ОЛВМ-моделей боевых систем и вооруженной борьбы путем создания и комплексирования моделей подсистем.

Принципы и этапы решения задачи построения ОЛВМ-моделей боевых систем и вооруженной борьбы

Выбор конкретной формы каждой математической модели и структуры их комплекса неоднозначен. На него влияют: целевое предназначение модели (для теоретического исследования, для включения в СМО систем боевого управления, для поддержки принятия решений, для обучения), методы и традиции моделирования аналогичных задач (вероятностные и детерминистские, исследования операций, ОЛВМ и др.), наличие готовых теоретических разработок (библиотеки и фонды моделей и задач, программные комплексы, например, ПК АСМ, AnyLogic) и многое другое.

В результате для решения одних и тех же задач могут быть построены принципиально различные модели и состоящие из них методики. Качество этих моделей и методик, в конечном счете, проверяется практикой. Вместе с тем сложность их разработки и значительные трудности исправления допущенных ошибок обуславливают необходимость соблюдения некоторой совокупности методологических принципов, позволяющих, в известной мере, гарантировать построение достаточно качественных моделей и методик. Основными из этих принципов являются [3]:

1. определенное соответствие набора частных моделей и их комплекса замыслу реальной задачи исследования или управления;
2. наличие и единство правил однозначной интерпретации результатов моделирования;
3. последовательное продвижение по этапам и направлениям построения моделей [1], а именно:
 - схематизация объекта моделирования в требуемом аспекте, разработка концептуального облика математической модели;
 - разработка конструктивного облика математической модели;
 - разработка частных моделей;
 - синтез общей модели путем комплексирования частных моделей.

Основы методики построения ОЛВМ-моделей боевых систем и вооруженной борьбы путем создания и комплексирования моделей подсистем в соответствии с этими принципами рассматриваются ниже.

Схематизация объекта моделирования в требуемом аспекте, разработка концептуального облика математической модели

В ВС и ВМФ РФ при обосновании и принятии решений на применение сил (войск) господствует вероятностная парадигма, т.е. применяются вероятностные модели и критерии. Так, замысел применения сил (войск) является удовлетворительным, если обеспечивается эффективность выполнения задач боевых действий, операции в соответствии с критерием, назначенным старшим начальником. Критериями выполнения задачи являются уничтожение, разгром, подавление, ослабление, под которыми понимается определенное математическое ожидание доли поражаемых объектов противника, понятие сугубо вероятностное.

Далее, под боевыми действиями, операцией понимается совокупность целенаправленных действий по поражению объектов противника. Осуществление действий есть события.

Уничтожение, разгром, подавление, ослабление являются итоговыми событиями, которые наступают в результате осуществления ряда частных событий выполнения силами (войсками) частных задач и т.д., которые в совокупности образуют большую и сложную целенаправленную иерархическую систему. Задача моделирования применения сил (войск) состоит в модельном представлении всей этой большой и сложной целенаправленной иерархической системы событий.

Требуемая модель формируется исходя из замысла.

Замысел представляет собой [5] сочетание:

- направления (объекты) сосредоточения основных усилий (главные задачи);

- направления (объекты) других действий, в том числе обеспечивающих (другие задачи, в том числе обеспечивающие);

- порядка огневого поражения противника.

Таким образом, в вероятностной модели применения сил (войск) модельному отражению подлежит событийное представление действий подсистем боевой системы, отражающее сосредоточение, распределение, взаимодействие, поддержку, поражение объектов и сил (войск) противника в соответствии с порядком огневого поражения и т.п.

Разработка конструктивного облика математической модели

Наиболее подходящими средствами представления событийных моделей с вероятностными критериями являются имитационные статистические модели, цепи и процессы Маркова, уравнения Колмогорова, методы теории массового обслуживания.

Новая отечественная информационная технология общего логико-вероятностного метода (ОЛВМ) [4], имеющая возможности всех этих средств, и предназначена для создания и анализа логико-вероятностных событийных моделей с отражением процессов во времени. Вероятностное выражение осуществления событий, в том числе отражающих ход и исход выполнения задач вооруженной борьбы, является сущностным атрибутом ОЛВМ.

В отличие от известных методов исследования операций, таких как цепи и процессы Маркова, уравнения Колмогорова, ОЛВМ не имеет ограничений по величине и сложности моделируемых систем.

Методами ОЛВМ с применением программных комплексов автоматизированного структурного моделирования [2] обеспечивается создание прогнозных моделей вооруженного противоборства при подготовке (выработке замысла, принятии решения) и сетевых моделей в качестве плановой таблицы взаимодействия ведения при ведении военных действий.

Задачи оценки эффективности применения сил (войск) решаются с учетом распределения усилий, влияния фактора времени, упреждения в действиях (упреждающий, ответный, ответно-встречный удары и действия) и потенциалов эффективности разнородных процессов и действий – поиска и обнаружения, поражения, подавления, имитации, резервирования, управления, и т.п., а также действий по вариантам (гипотезам).

После составления логико-вероятностных моделей корректность автоматического построения расчетных моделей гарантируется. Формирование логико-вероятностных моделей при приобретении определенных навыков принципиальной трудности не составляет, а наличие готовых шаблонов и фрагментарных заготовок, с учетом стереотипности структур и сценариев применения боевых систем, позволяет выполнять эту работу в сравнительно короткие сроки.

Приведенное выше заключение имеет характер гипотезы и нуждается в формальном подтверждении, которое является необходимым условием обеспечения достоверности, что достигается путем формулировки и доказательства соответствующей аксиомы.

Гипотеза (аксиома): Полная модель выполнения общей задачи боевой системой представляет собой ком-

плекс (структурное сочетание) модельных модулей выполнения частных задач элементами боевой системы, формируемый по правилам формальной логики с помощью операций «И», «ИЛИ», «НЕ». Показатели эффективности выполнения общей задачи, получаемые с помощью этого комплекса, являются результатом применения аксиом теории вероятностей к показателям эффективности частных модулей.

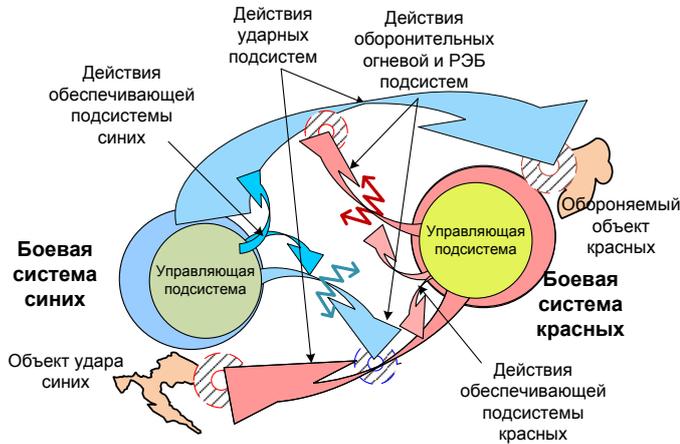


Рисунок 1. Формализованная графическая модель симметричного вооруженного противостояния боевых систем

Доказательство.

В соответствии с современной теорией [4], модели применения сил (войск) флота создаются в форме вооруженного противостояния боевых систем (рисунок 1).

Для доказательства аксиомы возьмем упрощенный фрагмент модели в составе модулей БС минимальной сложности: ударных и оборонительных огневых подсистем сторон (рисунок 2).

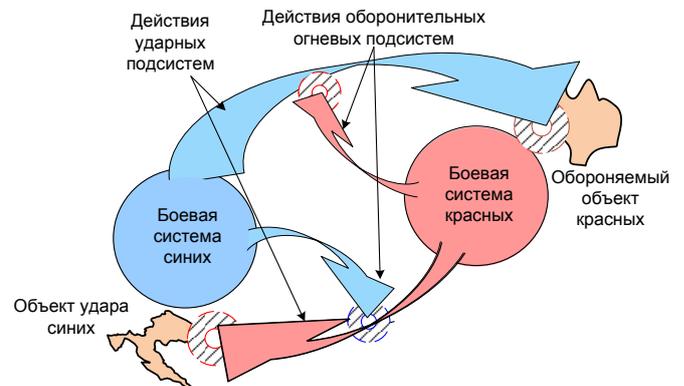


Рисунок 2. Формализованная графическая модель симметричного вооруженного противостояния редуцированных боевых систем

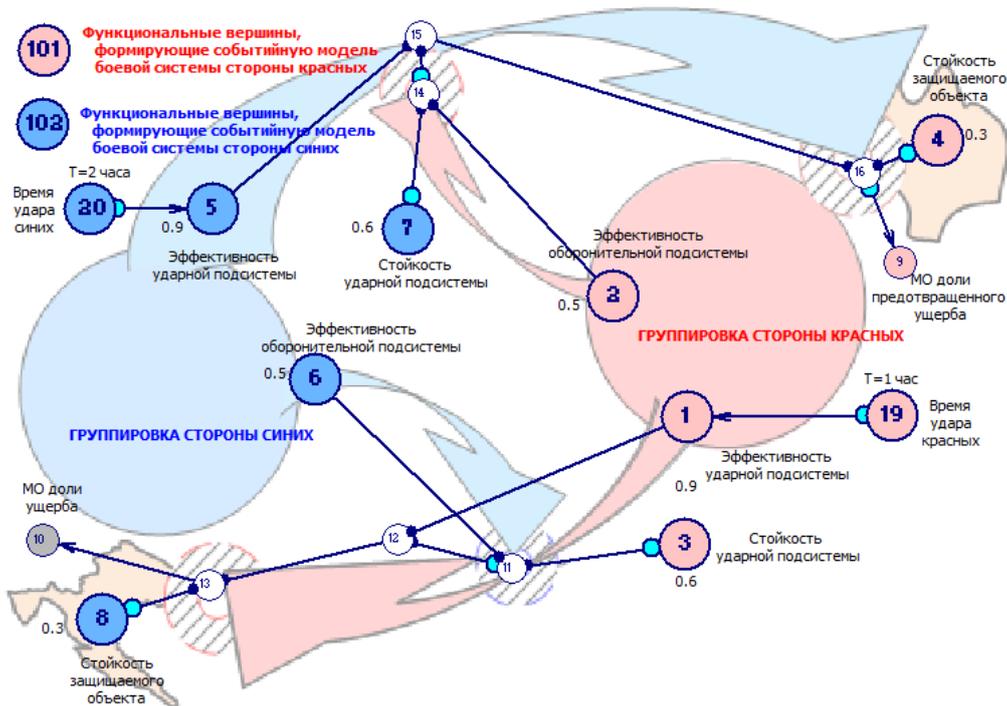


Рисунок 3. Ориентированный событийный граф модели симметричного вооруженного противостояния редуцированных боевых систем

Разработка частных моделей и синтез общей модели путем комплексирования частных моделей

Осуществим разработку и сборку математической событийной модели действий боевых систем путем составления ориентированного графа с логическим сопряжением выходов частных модулей в соответствии с содержанием и смыслом выполняемых ими действий (функций).

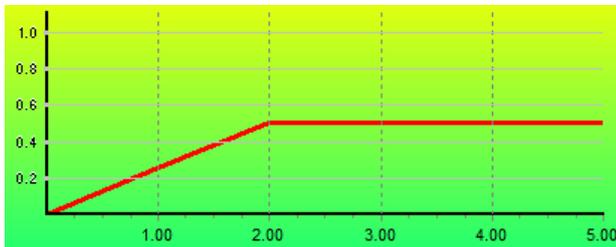
Полная модель вооруженного противостояния очевидно представляет собой структурное сочетание модельных модулей выполнения частных задач элементами боевых систем, формируемое по правилам формальной логики, что и является доказательством первой части аксиомы.

Смысл событий, выражаемых функциональными вершинами, характеризуется фоновой графической моде-

лю. Вооруженное противоборство развивается во времени: сторона красных наносит удар в момент T=1 час, сторона синих – в момент T=2 часа.

Эффективность выполнения задач стороной красных выражается двумя показателями:

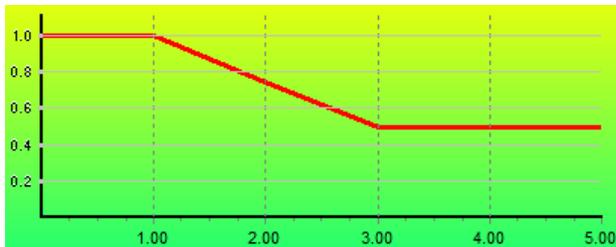
- математическим ожиданием доли ущерба, наносимого защищаемому объекту «синих» (вершина 10);



МО доли ущерба, наносимого защищаемому объекту «синих»

- математическим ожиданием доли предотвращенного ущерба защищаемому объекту «красных» (вершина 9).

Графики этих показателей в зависимости от текущего времени вооруженного противоборства, полученные с помощью программного комплекса ПК АСМ 2001, приведены ниже.



МО доли предотвращенного ущерба объекту «красных»

Рисунок 4. Графики показателей эффективности выполнения задач стороной красных

Итоговые значения показателей:

- МО доли ущерба, наносимого защищаемому объекту «синих» 0.504;
- МО доли предотвращенного ущерба объекту «красных» – 0.496.

Симметрия противоборства по составу, действиям и характеристикам сил (войск) сторон обусловили потенциальное равенство их возможностей по наносимому и предотвращаемому ущербу. Следовательно, сумма этих

показателей должна равняться единице, что и наблюдается по результатам расчетов и является доказательством первой части аксиомы и свидетельством адекватности модели и корректности ее реализации с помощью графа и программного кода.

Применяя для рассмотренной модели аксиомы теории вероятностей, для показателей эффективности выполнения задач стороной «красных» получим следующие результаты:

- МО доли ущерба, наносимого защищаемому объекту «синих»

$$MO_{доли_ущерба} = W_{пораж} Q_{огневого_противод} Q_{стойкости_объекта} = 0.9 \cdot 0.8 \cdot (1 - 0.3) = 0.504, \tag{1}$$

где

$$Q_{огневого_противод} = 1 - W_{оборонитподсистемь} (1 - P_{стойкости_ударной_подсистемь}) = 1 - 0.5 \cdot (1 - 0.6) = 0.8.$$

- МО доли предотвращенного ущерба объекту «красных»

$$MO_{доли_предотврущера} = 1 - MO_{доли_ущерба} = 1 - 0.504 = 0.496. \tag{3}$$

Таким образом, получены те же результаты, что и с помощью модели ОЛВМ, что является доказательством второй части аксиомы и дополнительным подтверждением корректности результатов расчетов.

Введем в модель дополнительный элемент – удар группировки сил (войск), содействующей стороне «красных».

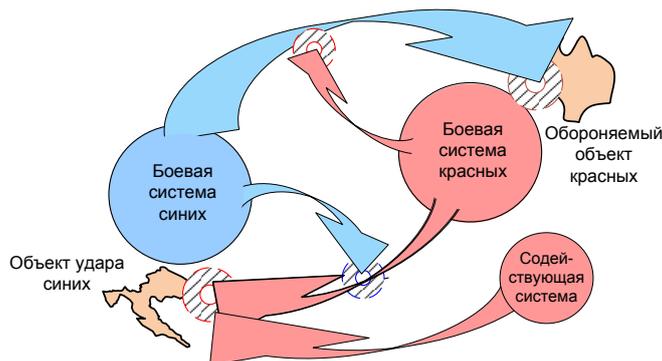


Рисунок 5. Формализованная графическая модель симметричного вооруженного противоборства редуцированных боевых систем с учетом удара содействующей системы

Общая математическая событийная модель действий и взаимодействия боевых систем в форме ориентированного графа, составленная как структурное сочетание

модельных модулей ударных подсистем двух взаимодействующих боевых систем при выполнении общей задачи, представлена на рисунке 6.

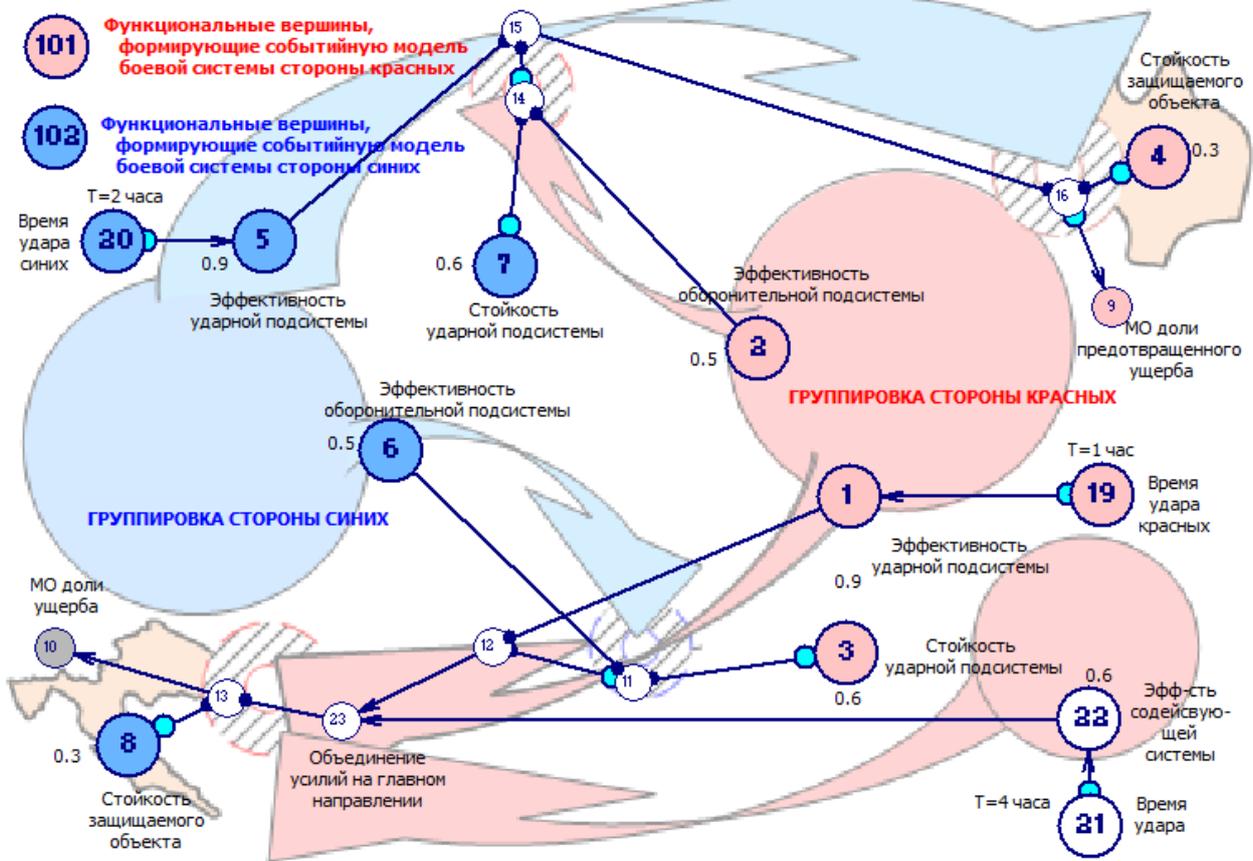


Рисунок 6. Ориентированный событийный граф модели симметричного вооруженного противостояния редуцированных боевых систем с учетом удара содействующей системы

Взаимодействие проявляется в объединении усилий на главном направлении, что отражается суммированием выходов ударных подсистем в вершине 23. Причем основная боевая система испытывает противодействие

противника, а содействующая система выполняет задачу без противодействия.

График эффективности выполнения задачи поражения стороной красных защищаемого объекта «синих» (вершина 10) приведен ниже.

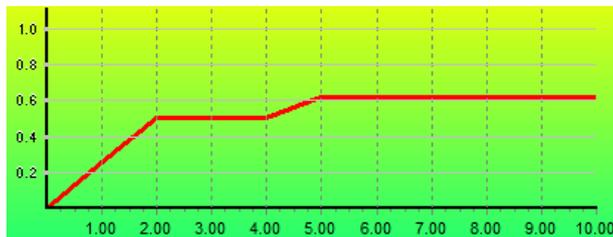


Рисунок 7. График показателя эффективности выполнения задачи поражения стороной красных защищаемого объекта «синих»

Видно ступенчатое изменение уровня показателя эффективности, отражающее вклады взаимодействующих систем. Итоговое значение показателя – МО доли ущерба, наносимого защищаемому объекту «синих» 0.6216.

Применяя для расширенной модели аксиомы теории вероятностей, для рассматриваемого показателя эффективности – МО доли ущерба, наносимого защищаемому объекту «синих», с учетом показателя (1) получим следующий результат:

$$\begin{aligned}
 MO_{доли_ущерба} &= 1 - \{1 - (W_{пораж_огневого_противод}) \cdot [1 - W_{пораж_содейств}]\} \cdot Q_{стойкости_объекта} = \\
 &= \{1 - [1 - 0.9 \cdot 0.8] \cdot [1 - 0.6]\} \cdot (1 - 0.3) = 0.6216.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Результат (4) совпадает со значением показателя, рассчитанного с применением ОЛВМ по полной модели, составленной из частных модели и модуля

Таким образом, получены те же результаты, что и с помощью модели ОЛВМ, что является дополнительным доказательством аксиомы и подтверждением корректности результатов расчетов.

Заключение

В целом решена задача разработки основ методики построения ОЛВМ-моделей боевых систем и вооруженной борьбы путем создания и комплексирования моделей подсистем с соблюдением совокупности методологических принципов, позволяющих, в известной мере, гарантировать построение достаточно качественных методик. В частности, проиллюстрированы наличие и единство правил однозначной интерпретации результатов моделирования и последовательное продвижение по таким этапам построения моделей как схематизация объекта моделирования в требуемом аспекте, разработка концептуального и конструктивного облика математической модели, разработка частных моделей и синтез общей модели путем комплексирования частных моделей.

Литература

1. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Математические модели и методы в управлении развитием сложных технических систем.– СПб: Политехника, 2004.
2. АРБИТР, Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем (ПК АСМ СЗМА), базовая версия 1.0; ПК АСМ 2001 /А.С. Можаяев/ ОАО «СПИК СЗМА». – М.: РОСПАТЕНТ РФ, 2003.
3. Босов Д.Б. Методологические принципы построения и комплексирования моделей управленческих задач / Компания Аллтек: электронный ресурс <http://be5.biz/ekonomika1/r2011/2173.htm>.
4. Применение общего логико-вероятностного метода для анализа технических, военных организационно-функциональных систем и вооруженного противоборства // Монография, научное издание / В.И. Поленин, И.А. Рябинин, С.К. Свиринов, И.А. Гладкова. Под ред. А.С. Можаяева. – СПб: СПб-региональное отделение РАЕН, 2011. – 416 с.
5. Пучнин В.В. Словарь терминов оперативного искусства. – СПб: Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова, 2003.
6. Унифицированные структурные схемы функционирования элементов структурно-сложных объектов с отражением влияния неблагоприятных и поражающих факторов В.И. Поленин, Н.А. Махутов, А.А. Потехин – СПб: Морская радиоэлектроника, №1 (51), 2015. – С.50-53.