

УДК 621.436:536.5

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-77-84

Научная статья

EDN: UCDMXU

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

**М.Ю. Кильянов, А.В. Елизаров,
В.М. Ломовский, А.В. Лобанов**

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА

ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА, МОСКВА, РФ

Original article

FEATURES OF DIESEL ENGINE OPERATION AT LOW TEMPERATURES

M.Y. KILYANOV, A.V. ELIZAROV,**V.M. LOMOVSKY, A.V. LOBANOV**

GUBKIN RUSSIAN STATE UNIVERSITY

OF OIL AND GAS (NATIONAL RESEARCH

UNIVERSITY), MOSCOW, RF

В данной статье рассмотрены особенности эксплуатации дизельных двигателей в условиях пониженных температур. Описаны основные способы предотвращения забивания топливных фильтров. Рассмотрены особенности работы топливной системы при низких температурах и приведены существующие способы обеспечения ее работоспособности. С помощью исследований работы топливоподающей техники для дизелей показано, что линия всасывания топливоподкачивающего насоса – наиболее критический участок данной системы. Наиболее результативным и экономически оправданным методом бесперебойного функционирования двигателя в зимних условиях является термическое разрушение кристаллов Н-алканов. Этот процесс осуществляется с использованием специализированных устройств на начальном этапе системы подачи топлива. Разработана методология расчета компонентов топливной системы при низких температурах. Выполненные теоретические исследования показывают, что возможно с высокой надежностью определить минимальную температуру, при которой нормальная подача топлива по линии низкого давления будет обеспечена путем решения системы дифференциальных уравнений в первом приближении.

Ключевые слова: дизельное топливо, температура застывания, температура помутнения, алканы, математическое моделирование

This article discusses the features of diesel engine operation at low temperatures. The main ways to prevent clogging of fuel filters are described. The features of the fuel system operation at low temperatures are considered and the existing methods of ensuring its operability are given. With the help of studies of the operation of fuel supply equipment for diesel engines, it was shown that the suction line of the fuel priming pump is the most critical section of this system. The most effective and cost-effective way of continuous and trouble-free operation of the engine in winter can be considered the thermal destruction of N-alkane crystals, which is carried out with the help of separate devices in the initial section of the engine power supply system. A method for calculating the elements of fuel equipment at low temperatures is proposed. Theoretical calculations have shown that the minimum temperature at which normal fuel supply is provided along the low-pressure line can be determined with a high degree of accuracy by solving a system of differential equations in the first approximation.

KEY WORDS: diesel fuel, pour point, cloud point, alkanes, mathematical modeling

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация техники, оснащенной дизельными двигателями, в зимний период и в Арктической зоне сопряжена с большим расходом топлива и энергозатратам. Это обусловлено тем, что при отрицательных

температурах окружающей среды в дизельном топливе происходит образование кристаллов углеводородов парафинового ряда. При накоплении в узких местах штуцеров и топливопроводов образованные соединения забивают фильтры грубой и тонкой очистки. При этом увеличивается их сопротивление, что в дальнейшем может привести к разрыву бумажного элемента и работе дизеля на грязном топливе. В результате происходит быстрый выход из строя топливного насоса и форсунок, от которых зависит работоспособность

© М.Ю. Кильянов, А.В. Елизаров, В.М. Ломовский,
А.В. Лобанов

Поступила в редакцию 16.12.2025

двигателя. Кроме того, при отрицательных температурах затрудняется пуск непрогретого дизеля.

Температура окружающего воздуха оказывает существенное влияние на протекание физических процессов, связанных с кристаллизацией углеводородов алканового ряда, конденсацией и растворением воды в топливе; на мощностные, энергетические и экологические характеристики двигателя, надежность и долговечность работы топливной аппаратуры и самого двигателя. При наличии техники с дизельными моторами в особенно больших количествах, работающих в зимних условиях, необходимо повышать надежность данных машин из-за удаленности от пунктов поставок и трудностей доставки запасных частей.

Опыт показал, что надежность техники значительно зависит от климатических условий. Это особенно очевидно, когда машины или их отдельные компоненты эксплуатируются в более суровом климате, чем те, для которых они были спроектированы. Исследования [1, 2] показывают, что количество сбоев и степень износа деталей в зимних условиях эксплуатации увеличиваются в 3–5 раз по сравнению с работой при положительных температурах [9]. Поддержание оптимальной температуры двигателя зимой представляет собой сложную задачу: снижение температуры охлаждающей жидкости приводит к понижению температуры топливно-воздушной смеси, что затрудняет ее самовоспламенение. Например, когда температура охлаждающей жидкости падает с 85 до 45 °С, эффективность дизеля снижается на 5–6%, а износ цилиндра возрастает в четыре раза.

Во время зимнего периода, когда температура окружающего воздуха колеблется от -20 до -37 °С, температура воздуха во впускном коллекторе может снизиться с 21 до -31 °С. Это приводит к увеличению времени задержки самовоспламенения, что, в свою очередь, вызывает неполное сгорание топлива и, как следствие, ухудшение работы двигателя и рост удельного расхода топлива.

С понижением температуры окружающей среды одновременно происходит увеличение отказов двигателей, механизмов, применяющих в работе дизельное топливо. На практике до 50% отказов двигателей является следствием нарушения работы топливоподающей системы. Некоторые системы, расположенные в непосредственной близости от двигателя, нагреваются от него, другие агрегаты, находящиеся на достаточном удаленном расстоянии, охлаждаются воздухом.

Низкие температуры воздуха и соответствующее охлаждение компонентов и материалов затрудняют запуск двигателя, что приводит к ухудшению стабильности работы отдельных систем. Проблемы при запуске могут возникать из-за сложности достижения необходимой частоты вращения коленчатого вала, а также из-за ухудшения условий для образования смеси и ее воспламенения. Основные факторы, создающие труд-

М.Ю. КИЛЬЯНОВ, А.В. ЕЛИЗАРОВ,
В.М. ЛОМОВСКИЙ, А.В. ЛОБАНОВ
СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

ности при запуске холодных дизельных двигателей в условиях низких температур, включают [5]:

- увеличение момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала двигателя из-за повышенной вязкости масла;
- снижение температуры воздуха, который поступает в двигатель, что в дальнейшем является причиной понижения температуры топливной смеси в конце сжатия. Пуск дизеля реализуется при температуре в конце такта сжатия в камере сгорания 350–400 °С. При частоте вращения коленчатого вала двигателя 190 мин⁻¹ и температуре окружающего воздуха 0 °С впрыск топлива снижает температуру смеси в конце такта сжатия на 130 °С;
- утечка воздуха через зазоры в сопряжениях деталей ЦПГ вследствие медленного прокручивания коленчатого вала;
- увеличение вязкости топлива при образовании алканов и ухудшение распыла его форсунками;
- пониженная температура в момент завершения цикла сжатия, возникающая вследствие активного тепловыделения, приводит к уменьшению среднего индикаторного давления, создаваемого двигателем;
- снижение производительности аккумуляторных батарей.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для эффективного запуска двигателя критически важно, чтобы температура воздуха в конце сжатия превышала температуру самовоспламенения топлива. Самовоспламенение дизельного топлива в распыленном виде происходит при 400 °С, в то время как температура воздуха в конце сжатия может достигать 700 °С (при стандартных условиях работы). Чтобы достичь такой температуры, воздух необходимо сжать до давления $(300–350) \times 10^4$ Н/м². Однако в зимний период даже при высоком давлении не всегда удастся нагреть воздух до нужной температуры к концу сжатия. Это связано с несколькими факторами.

Во-первых, в цилиндры двигателя поступает сильно охлажденный воздух из внешней среды, который во время впуска не успевает нагреться от холодных стенок цилиндров.

Во-вторых, при сжатии воздуха на небольшой частоте вращения коленчатого вала наблюдается значительная утечка воздуха через щели между поршнем и цилиндрической гильзой. При запуске холодного двигателя усиливается теплообмен между воздухом и стенками цилиндра, из-за чего температура сжимаемого воздуха растет медленнее, что ухудшает условия самовоспламенения топлива. Вдобавок, подача холодного топлива в камеру сгорания приводит к увеличению поверхностного натяжения и кинематической вязкости капель, что, в свою очередь, вызывает рост массы и кинетической энергии каждой капли. Это приводит к снижению общей силы аэродинамического торможения.

ния. Таким образом, уменьшается интенсивность тор-можения капель, и лишь малая часть циклической по-дачи оказывается в объеме факела. Все это замедляет процесс прогрева, испарения и воспламенения топли-ва, что, в свою очередь, нарушает процесс горения и увеличивает жесткость работы двигателя. Кроме того, запуск автомобиля в холодное время года усложняет-ся, так как температура самовоспламенения дизельно-го топлива увеличивается при снижении давления в камере сгорания. Так, при давлении 30 МПа темпе-ратура самовоспламенения составляет 200 °С, тогда как при 1 МПа она достигает 400 °С.

Температура застывания и вязкость дизельного топлива оказывают значительное воздействие на про-цесс запуска и надежность работы двигателей в зим-ний период. Эти характеристики влияют на эффек-тивность подачи топлива насосом высокого давления, а также на качество его распыления форсунками и образование смеси внутри цилиндра. При пониже-нии температуры наблюдается увеличение вязкости дизельного топлива, и с течением времени кристал-лизация парафинов приводит к его помутнению, а в некоторых случаях к замерзанию, что нарушает его текучесть. Кристаллы углеводородов, которые выпа-дают из жидкости, могут забить топливные фильтры и трубы, в результате чего происходит первичное на-рушение подачи топлива, которое может закончиться ее полным прекращением.

Факторы, которые влияют на процесс воспламене-ния и горение смеси при запуске в зимних условиях, можно разделить на те, которые можно контролиро-вать в процессе эксплуатации, и конструктивные, на которые невозможно воздействовать.

При низких температурах ухудшается пропуск-ная способность фильтров вследствие забивания их образованиями парафинов и кристаллами льда. При прогреве топливных фильтров данные факторы устраи-ваются.

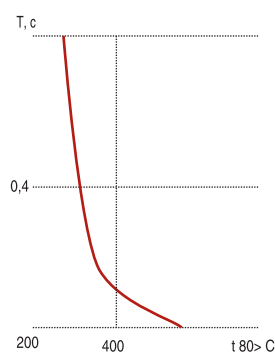


РИС. 1.

Замедление (по времени T) воспламенения дизельного топлива в зависимости от температуры сжатого воз-духа $t_{\text{воз}}$

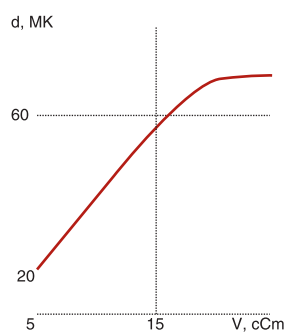


РИС. 2.

Влияние вязкости дизель-ного топлива на средний диаметр $d_{\text{ср}}$ капель

При этом условия смесеобразования в дизельном двигателе имеют более сложный механизм по сравне-нию с карбюраторным. Скорость образования рабо-чей смеси в дизельном двигателе зависит от различных причин, таких как температура и плотность воздуха в камере сгорания, испаряемость топлива, качество рас-пыливания топлива при впрыске.

Температура в такте сжатия характеризуется тем-пературой в конце такта впуска (рис. 1), для этого не-обходим предварительный разогрев воздуха, который поступает в цилиндры при запуске холодного дизель-ного двигателя [5].

В дизельном двигателе скорость смесеобразования зависит от скорости испарения топлива, которая, в свою очередь, связана с фракционным составом, вяз-костью топлива и его поверхностным натяжением. При возрастании вязкости на низких температурах ухудшается прокачиваемость топлива к форсункам, что отрицательно сказывается на качестве распыления в цилиндрах двигателя (рис. 2) [6].

Степень распыливания топлива влияет на скорость испарения (рис. 3). При понижении диаметра капель их число и общая поверхность, с которой происходит испарение, стремительно увеличиваются.

При задержке воспламенения рабочей смеси силь-ное влияние проявляет цетановое число дизельного топлива. При этом эффективность пусковых свойств дизельного топлива повышается при значении це-танового числа до 60–65 ед. При работе дизельного двигателя наиболее эффективным оказывается приме-нение топлива с цетановым числом до 55 ед. (рис. 4). Повышение больше указанного значения приводит к небольшому сокращению индукционного периода.

Увеличение цетанового числа топлива связано с увеличением количества нормальных углеводородов алканового ряда, выпадающих в виде кристаллов при пониженных температурах. При этом снижается про-качиваемость топлива к форсункам двигателя.

Протяженность периода задержки воспламенения имеет большое значение при пониженных температу-рах, затягивается процесс сгорания, неполное сгорание приводит к увеличению выброса токсических веществ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

В таблице 1 приводятся данные о влиянии вязко-сти дизельного топлива на его удельный расход и дым-ности отработавших газов, являющихся результатом ухудшения испарения топлива и уменьшения полноты сгорания.

Крупные капли топлива, не успевая полностью ис-париться в камере сгорания, воспламеняются с замет-ным запаздыванием и медленно продолжают гореть во время фазы расширения. Жидкое топливо, которое догорает на стенках камеры сгорания и дне поршня, образует углеродные отложения; форсунки также по-крываются нагаром. Эти процессы ухудшают тепло-

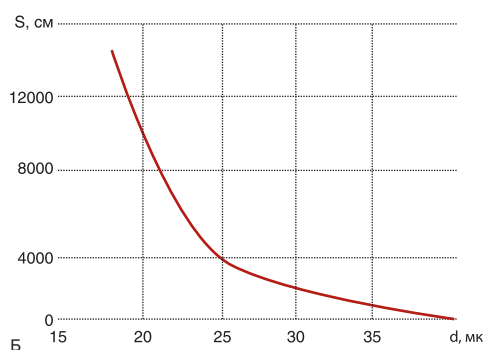
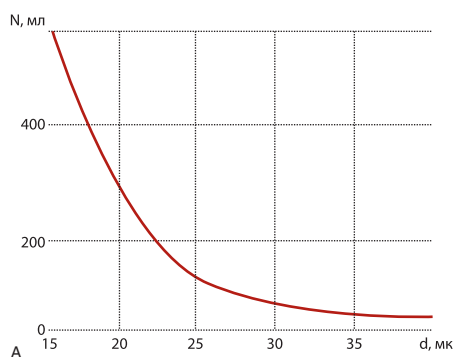


РИС. 3.

Зависимость количества капель N в струе (А) и поверхности испарения S_i (Б) 1 мл распыленного топлива от диаметра капель d_k

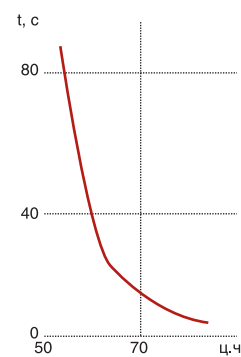


РИС. 4.

Влияние цетанового числа (Ц. Ч.) топлива на время пуска двигателя t

обмен между перегретыми компонентами двигателя и охлаждающей жидкостью, что негативно сказывается на процессе смешивания топлива. Для успешного запуска холодного дизеля необходимо обеспечить тонкое распыление топлива, что возможно при кинематической вязкости, не превышающей 20 сСт для двигателей со средними оборотами.

Негативные явления в работе двигателей в зимних условиях являются следствием изменения эксплуатационных и физических свойств топлива. Для обеспечения экономичной и надежной работы дизельного двигателя, топливо должно соответствовать определенным требованиям [3, 8]:

- прокачиваться лучшим образом для бесперебойного действия ТНВД (иметь оптимальные вязкость, низкотемпературные свойства, не содержать воды и механических примесей);
- иметь хорошее смесеобразование, как следствие, нужна оптимальная вязкость и фракционный состав;
- полнота сгорания, без образования сажистых веществ, для “мягкой” работы двигателя;
- без повышенного нагарообразования на объектах, закоксовывания форсунки и зависания иглы распылителя;
- иметь хорошие низкотемпературные свойства для работы двигателя при пониженных температурах (необходимо определить температуры помутнения, начала кристаллизации, застывания).

Когда температура воздуха колеблется от -20 до -30°C , рекомендуется добавлять к зимнему дизельному топливу 10% керосина. При температурах от минус 30 до минус 35°C эту долю можно увеличить до 25% осветительного керосина. Известно, что добавление 25% осветительного керосина позволяет понизить температуру застывания на $8\text{--}12^{\circ}\text{C}$. В некоторых заводских рекомендациях упоминается, что превышение 30% керосина в дизельном топливе недопустимо, поскольку это может вызвать проблемы с запуском и ухудшить работу двигателя. Это особенно касается

тракторного керосина. Важно отметить, что вязкость смеси с керосином уменьшается сильнее при низких температурах и меньше – при высоких. При нагреве дизельного топлива от 0 до 80°C его вязкость снижается на 25–30%, в то время как для смесей с керосином в тех же условиях она уменьшается лишь на 15–25%.

Концентрация бензина в дизельном топливе представлена в таблице 2. Тем не менее, для достижения заметного результата необходимо добавлять в топливо значительное количество разбавителя. Это, в свою очередь, вызывает снижение топливной эффективности дизельного мотора, ухудшение его смазочных характеристик и увеличение времени воспламенения. Такое увеличение задержки может привести к эрозийным повреждениям поршней двигателя, особенно при низких температурах.

В зимний период в северных регионах Западной Европы и Канаде наряду с дизельным топливом используется керосин, в который добавляется моторное масло. Тем не менее, добавление тракторного керосина в дизель негативно сказывается на работе технологий. Это приводит к образованию повышенного количества нагара и закоксовыванию форсунок, а также способствует увеличению износа цилиндропоршневой группы. В результате такого смешивания ухудшается функционирование топливной системы и наблюдается рост удельного расхода топлива.

Для использования летнего дизельного топлива в условиях низких температур можно смешивать его с авиационным топливом, таким как Т-1. В частности, если добавить 25% топлива Т-1, температура застывания летнего дизельного топлива снижается на $8\text{--}12^{\circ}\text{C}$, а температура помутнения – на $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ [4].

При смешивании дизельного топлива с высокой температурой застывания и топлива, имеющего низкие показатели как температуры помутнения, так и температуры застывания, наблюдается, что получившиеся смеси не подчиняются аддитивным закономерностям. В частности, значения этих температур, особенно тем-

ТАБЛИЦА 1.

Влияние вязкости дизельного топлива на его удельный расход

Кинематическая вязкость ν , сСт	7	9	15	16	40	49	65
Удельный расход топлива, g_e , г/кВт ч	332	334	338	348	354	428	446
Дымность, условные единицы	77	79	82	—	85,6	95	98

ТАБЛИЦА 2.

Изменение низкотемпературных свойств дизельного топлива при добавлении бензина

Свойство	Стандарт BS 2869	Содержание бензина, %			
Температура, К (°C)		0	10	20	50
помутнения	—	270 (-3)	267 (-6)	265 (-8)	259 (-14)
CFPP	258 (-15)	263 (-10)	258 (-15)	254 (-19)	245 (-28)
вспышки	329 (56)	349 (76)	273 (0)	253 (-20)	229 (-44)
Вязкость, сСт при 313 К (40°C)	2,5...5,0	3,38	2,57	1,84	0,98
Плотность, кг/м³, при 288 К (15°C)	835...865	850	840	829	799

пература начала помутнения, смещаются в сторону вещества с высокой температурой застывания. Для того, чтобы значительно снизить температуры помутнения и застывания дизельного топлива, требуется добавление значительного количества компонента с низкой температурой застывания, которое может достигать 80%.

Смешивание зимних и летних сортов дизельного топлива крайне нежелательно в эксплуатации, так как это существенно ухудшает их эксплуатационные характеристики. Проблема заключается не только в высоких температурах застывания и помутнения, но и в значительном увеличении вязкости при низких температурах. Топливо, полученное в результате смешивания, становится непригодным для использования при температурах ниже -5 °C, даже если в смеси присутствует достаточное количество зимнего дизельного топлива. Например, если смешать летнее дизельное топливо с температурой помутнения -9 °C и зимнее с температурой помутнения -31 °C, то температура помутнения получившейся смеси может возрасти до -6...-8 °C. Это может вызвать проблемы в работе двигателя и снизить его надежность в холодное время года. Поэтому крайне важно тщательно контролировать качество используемого дизельного топлива и избегать его смешивания с различными сортами.

Одним из многообещающих методов улучшения низкотемпературных характеристик дизельного топлива является использование депрессорных присадок. Эти добавки предназначены для понижения температуры застывания (ТЗ) и предельной температуры фильтруемости (ПТФ) дизельного топлива. Основное их применение происходит на нефтеперерабатывающих заводах при производстве стандартных видов топлива, однако, такие добавки могут быть исполь-

зованы конечными пользователями для улучшения низкотемпературных свойств доступного им топлива. Этот способ более безопасен в сравнении с разбавлением топлива керосином или бензином. Важно отметить, что депрессоры не влияют на температуру помутнения (Тп), регламентированную стандартами. Это означает, что они не предотвращают образование кристаллов парафинов, а лишь ограничивают их рост. При длительном хранении топлива мелкие кристаллы оседают, образуя два слоя: верхний – прозрачный, а нижний – мутный, насыщенный парафинами. Добавление депрессоров не способно остановить процесс расслоения топлива [7].

После проведения многочисленных испытаний, показавших эффективность топлива с депрессорными присадками при низких температурах, было установлено, что ключевыми показателями для их использования являются не температура помутнения, а такие характеристики, как температура текучести, прокачиваемости и предельная температура фильтруемости. Это открытие привело к активному развитию исследований по созданию новых депрессорных добавок для дизельного топлива.

Значимость задачи повышения низкотемпературных свойств дизельного топлива становится все более очевидной из-за разнообразия климатических зон, отличающихся изменениями температуры не только в течение года, месяца, но и времени суток.

Температура окружающей среды представляет собой случайную величину, которая колеблется в значительных пределах во времени и пространстве. При разработке методов, ориентированных на повышение низкотемпературных характеристик топлива, необходимо принимать во внимание изменения температуры

не только в течение месяца или сезона, но и в течение суток.

Одним из ключевых параметров климата, важным для эксплуатации машин, является продолжительность холодного сезона. На большей части территории стран СНГ этот период занимает значительное время. В северных районах азиатской части страны дни с отрицательной температурой представлены примерно в 65–70% от общего времени года, тогда как на севере европейской части – 45–50%. С продвижением на юг продолжительность холодного периода уменьшается: в некоторых районах средней Волги и юга Урала насчитывается около 140–150 дней, а в некоторых местах Средней Азии, на Кавказе и вдоль черноморского побережья этот показатель может снижаться до 10–12 дней.

Одной из самых сложных задач является запуск и последующий прогрев двигателя. Например, в условиях сильного холода время, необходимое для термической подготовки, увеличивается в 12 раз по сравнению с летним периодом. В результате эксплуатационные расходы в это время возрастают в 16 раз.

С понижением температуры воздуха снижается эффективность работы и производительность техники. Особенно актуальной проблема запуска двигателей в зимний период становится при отсутствии гаражного хранения автомобилей. Запуск двигателей зимой требует значительных временных и трудовых затрат, а в случае неисправности системы запуска это может привести к простоям машин или тракторов.

Для минимизации влияния низких температур на работу двигателей можно модернизировать существующие транспортные средства, оснастив их современными, высокоэффективными системами запуска, а также дополнительными помощниками, облегчая процесс их пуска в холодное время года.

Существует множество методов и устройств, разработанных для упрощения процесса запуска холодных двигателей. Большинство из них основано на принципе разогрева двигателей. Применение разогрева для уменьшения времени, необходимого для запуска и достижения рабочей температуры, целесообразно даже при незначительном снижении температуры окружающей среды.

Выбор методов и устройств для упрощения пуска двигателя зависит от его конструктивных особенностей, экономических условий и среды эксплуатации. Средства, облегчающие запуск, можно разделить на те, что действуют до начала пуска, и те, которые активно функционируют в момент запуска. К устройствам, которые действуют непосредственно во время пуска, относятся те, которые изменяют параметры различных систем двигателя, а также устройства, способствующие улучшению условий воспламенения топлива (средства для облегчения воспламенения).

Средства, используемые для облегчения пуска двигателя перед его запуском, могут быть как инди-

видуальными, так и групповыми. Групповые средства подразделяются на стационарные и передвижные. В практике предпускового разогрева двигателей существуют различные методы, отличающиеся по способам генерации и доставки тепла, типу и принципу циркуляции теплоносителя, а также по видам потребляемой энергии. Кроме того, они разнообразны в применяемых методах нагрева, которые могут быть как прямыми, так и косвенными.

Перед запуском двигателя осуществляется процесс его предварительного разогрева, при котором тепло поступает в системы охлаждения, к картерному маслу, в систему питания и аккумулятор – либо к одному, либо к нескольким из этих элементов одновременно. В случае косвенного нагрева в качестве теплоносителя могут быть использованы жидкости, пар, воздух или их сочетания. Прямой метод разогрева двигателя и его компонентов перед запуском является более предпочтительным. Он может быть реализован с помощью электрической энергии, тепла, выделяющегося при сгорании топлива (в газообразном, жидком или твердом состоянии), а также через механическое сжатие жидкости.

Одним из наиболее действенных методов упрощения запуска дизельных двигателей является применение легковоспламеняющихся жидкостей, которые, как правило, представляют собой смеси легкокипящих углеводородов. Этиловый эфир, выступающий ключевым компонентом большинства таких средств, обладает более низкой температурой самовоспламенения по сравнению с дизельным топливом при нормальном атмосферном давлении. Этиловый эфир начинает окисляться при температуре в диапазоне 463–493 К, что значительно способствует снижению температуры, необходимой для запуска силовых установок. Однако, когда чистый эфир попадает в цилиндры, возникает резкое нарастание давления, что увеличивает жесткость работы двигателя. Чтобы устранить эту проблему, в состав пусковых жидкостей добавляют масла для смазывания элементов цилиндро-поршневой группы, а также амины, нитраты и низкокипящие парафиновые углеводороды. Обычно содержание эфира в таких жидкостях составляет 60–70%.

Подача пусковой жидкости в моторные цилиндры может выполняться через топливную систему совместно с основным горючим, однако, этот метод экономически невыгоден из-за значительных затрат пусковой жидкости. Более оптимальным вариантом считается распыление пусковой жидкости во впускном трубопроводе с использованием специализированных устройств. В этом случае создается смесь пусковой жидкости с воздухом, которая затем попадает в цилиндры двигателя, где сжимается. В результате сжатия и вследствие образования продуктов предварительного окисления температура повышается. Также для облегчения запуска двигателей применяют впрыск жидкости с низкой температурой воспламене-

ния. Разработано множество различных устройств для впрыска жидкостей в цилиндры двигателей, каждая из которых имеет свои конструктивные особенности.

Для упрощения запуска предкамерных дизелей, имеющих низкую степень сжатия и недостаточную температуру для воспламенения топлива в окончательной стадии сжатия, используются электрические свечи накаливания двух типов: открытые (с открытой спиралью) и закрытые (штифтовые). Установка свечей производится в камере сгорания так, чтобы нагревательный элемент мог инициировать воспламенение распыленного топлива. Для этого необходимо, чтобы теоретический конус распыла топлива касался нагревательного элемента, который выступает в камере сгорания.

Применение свечей подогрева способствует снижению предельной температуры запуска дизельного двигателя примерно на 5 К. Тем не менее, при понижении температуры их эффективность уменьшается, что требует увеличения мощности свечей. Рекомендуется применять свечи подогрева для упрощения запуска дизелей с нераздельной камерой сгорания при температурах около 263 К, особенно когда они сочетаются с топливными насосами, способными увеличить подачу топлива в момент пуска.

Электрофакельные подогреватели функционируют по довольно простой схеме. Топливо из основного резервуара поступает в специализированную камеру сгорания, где через форсунку попадает на нагретую спираль. В результате происходит воспламенение, и жидкость, охлаждающая двигатель, начинает нагреваться. Для повышения эффективности прогрева используется дополнительный насос, обеспечивающий циркуляцию охлаждающей жидкости.

Одним из главных преимуществ электрофакельных подогревателей является их способность работать как на дизельном, так и на бензиновом топливе – то есть, на тех же видах топлива, что и у устанавливаемого двигателя. Это делает их универсальными для различных конструкций двигателей, особенно для упрощения запуска многотопливных агрегатов. Такие подогреватели можно применять и после запуска двигателя, когда он работает на холостом ходу. Это ускоряет прогрев, снижает дымность и уменьшает токсичность отработанных газов.

На продолжительность запуска двигателя существенно влияют расположение электрофакела относительно впускных окон в коллекторе и размеры нагревательного элемента. Оптимальные результаты достигаются, когда колпачок подогревателя или штифт теплового элемента с защитной сеткой опущены в коллектор примерно на две трети своей длины, при этом пламя охватывает около одной трети поверхности впускного коллектора.

В настоящее время растет интерес к групповым стационарным устройствам, разработанным для разогрева, которые предназначены для предварительного

подогрева двигателей перед запуском или поддержания их в теплом состоянии на протяжении всего времени хранения. Эти устройства также обеспечивают быстрое достижение рабочих температур сразу после пуска двигателя. Использование электричества для нагрева двигателей обладает рядом преимуществ по сравнению с другими источниками тепла, включая высокую степень надежности, простоту доступа, компактные размеры нагревательных устройств и быстроту приведения в действие.

В результате проведенных сравнительных испытаний двигателей с электронагревательными элементами и без них получены сравнительные характеристики продолжительности пуска, представленные на рис. 5.

Кривая пуска дизеля с электронагревательным элементом имеет плавный характер. При температуре -4°C время пуска составляет 3 сек. и постепенно увеличивается до 10 сек. при -14°C , достигая 24 сек. при -18°C . В отличие от этого, дизельный двигатель, не имеющий электронагревателя, не запускается при -14°C . Дизель, который оснащен нагревателем, не может начать работу при температуре -19°C , что на $7-8^{\circ}\text{C}$ ниже точки застывания дизельного топлива.

Анализ работы существующих машин показывает, что в зимний период хозяйствам необходимо использовать весь автотракторный парк, даже те механизмы, которые не полностью адаптированы для зимней эксплуатации. Реализация дополнительных организационно-технических мероприятий может существенно уменьшить негативное воздействие холода на эксплуатационные условия, а также улучшить показатели работы двигателей и облегчить их обслуживание.

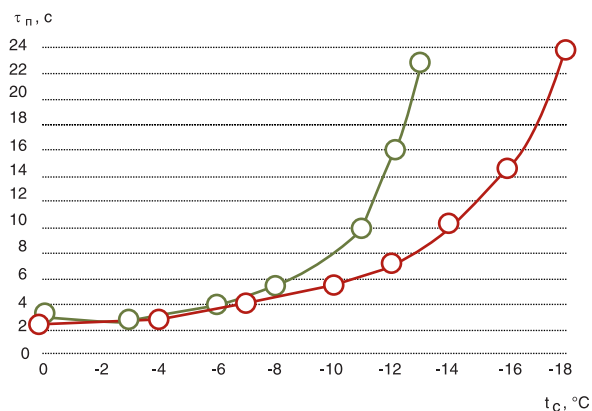


Рис. 5.

Характеристики продолжительности пуска дизеля: 1 – без электронагревательного элемента; 2 – с электронагревательным элементом

ВЫВОДЫ

Опыт работы дизельных двигателей в зимних условиях показывают, что при отрицательных температурах количество отказов возрастает в 3–7 раз, длительность тепловой подготовки увеличивается в 12 раз, а эксплуатационные расходы – в 16 раз. Время, необходимое для прогрева и запуска двигателя, составляет 1–1,5 часа. Учитывая взаимосвязь систем военной техники, проблему зимней эксплуатации следует решать комплексно. Исследования показывают, что наиболее уязвимым участком топливной системы является линия всасывания, которая может забиваться кристаллами Н-алканов при температуре ниже $-8,5^{\circ}\text{C}$. Эффективным способом обеспечения надежности работы дизеля в холодное время являются индивидуальные устройства для теплового разрушения кристаллов в системе питания. Перспективные средства для облегчения запуска включают легковоспламеняющиеся жидкости, депрессорные присадки и электрические подогреватели впускного воздуха для топлива и охлаждающей жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры. М.: Агропромиздат, 1987. 126 с.
2. Головин А.М. Зависимость износа гильзы цилиндров дизеля А-41 от температуры окружающей среды и степени загрузки при пуске-прогреве / Работа дизельных двигателей при низких температурах. Иркутск, 1977. С. 12–16.
3. Иоваева Е.А. Изучение эксплуатационных свойств арктического дизельного топлива г. Якутска // Молодой ученый. М.: 2013. №5 (52). С. 35–40.
4. Картасевич А.Н., Бранцевич В.С., Гордеенко А.В. Повышение эффективности работы системы питания дизеля в зимних условиях / Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей. Тез. докл. конф. СПб., 1995. С. 40–41.
5. Квайт С.М., Менделевич Я.А., Чижков Ю.П. Пусковые качества и системы пуска АТД. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.
6. Лавренчук А.И., Кильянов М.Ю., Елизаров А.В. и др. Особенности эксплуатации дизельных двигателей в условиях пониженных температур / Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. № 1 (318). 2025. С. 179–190.
7. Елизаров А.В., Кильянов М.Ю., Лавренчук А.И. и др. Способы улучшения пусковых свойств дизельных двигателей в зимний период эксплуатации / Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. 2022. № 3. С. 164–168.
8. Семенов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. М.: Транспорт, 1993. 190 с.
9. Суранов Г.И. Уменьшение износа автотракторных двигателей при пуске. М.: Колос, 1982. 141 с.

REFERENCES

1. Vlasov P.A. Features of operation of diesel fuel equipment. Moscow: Agropromizdat, 1987:126. (In Russian).
2. Golovin A.M. Dependence of the wear of the cylinder liner of the A-41 diesel engine on the ambient temperature and the degree of loading during start-up. Operation of diesel engines at low temperatures. Irkutsk, 1977:12–16. (In Russian).
3. Iovleva E.L. Study of the operational properties of Arctic diesel fuel in Yakutsk. *Molodoy uchenyy*. Moscow. 2013;5;(52):35–40. (In Russian).
4. Kartashevich A.N., Brantsevich V.S., Gordeenko A.V. Improving the efficiency of the diesel power supply system in winter conditions. Improving the performance of engines, tractors and automobiles. Tез. dokl. konf. Saint Petersburg, 1995:40–41. (In Russian).
5. Kvayt S.M., Mendevich Ya.A., Chizhkov Yu.P. Starting qualities and systems of automatic start-up. Moscow: Mashinostroenie, 1990:256. (In Russian).
6. Lavrenchuk A.I., Kilyanov M.Y., Elizarov A.V. Features of operation of diesel engines in conditions of low temperatures. Proceedings of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas. 2025;1;(318):179–190. (In Russian).
7. Elizarov A.V., Kilyanov M.Y., Lavrenchuk A.I. Ways to improve the starting properties of diesel engines in winter operation. Proceedings of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas. 2022;3:164–168. (In Russian).
8. Semenov N.V. Operation of cars at low temperatures. Moscow: Transport, 1993:190. (In Russian).
9. Suranov G.I. Reducing the wear of tractor engines during start-up. Moscow: Kolos, 1982:141. (In Russian).

Кильянов Михаил Юрьевич,
к.х.н., преподаватель Военного учебного центра РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
✉ e-mail: m.kilyanov@mail.ru

Елизаров Андрей Викторович,
к.т.н., старший преподаватель Военного учебного центра РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
✉ e-mail: andrej.elizarov.80@mail.ru

Ломовский Владислав Михайлович,
начальник цикла – старший преподаватель Военного учебного центра РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
✉ e-mail: greenpeace21@mail.ru

Лобанов Артем Владимирович,
начальник цикла – старший преподаватель Военного учебного центра РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
✉ 119991, Москва, Ленинский пр-т., д. 65,
119991, Moscow, Leninsky Prospekt, 65,
e-mail: artem.lobanov.8686@mail.ru

УДК 622.276.031:550.822.3
DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-85-91

Научная статья

EDN: IBWTYQ

ОТ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ:
АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРИФИКАЦИИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГТИ

Р.Р. Илъязов

ФГБОУ ВО «Российский
государственный геологоразведочный
университет» им. Серго
Орджоникидзе, Москва, РФ

Рост доли горизонтального бурения в сложных геолого-технических условиях повышает требования к оперативности и достоверности информации, поступающей со станций геолого-технологических исследований (ГТИ) и используемой при геонавигации и принятии решений в процессе строительства скважин. В статье представлен комплексный анализ фундаментальных ограничений традиционных методов интерпретации данных ГТИ: показано, что экспоненциальный рост многомерных потоков данных, нелинейность внутрислоевых зависимостей и высокая зашумленность сигналов превышают когнитивные возможности оператора в режиме реального времени. Обоснована технологическая неизбежность перехода от субъективной экспертной оценки к автоматизированной автономной интерпретации на базе алгоритмов машинного обучения (ML) и искусственного интеллекта (ИИ). Рассмотрены ключевые векторы цифровизации ГТИ: применение алгоритмов компьютерного зрения (сверточные нейросети) для объективного литологического анализа шлама; использование рекуррентных сетей для прогнозирования профиля газового каротажа с учетом динамического времени отставания; а также инновационное направление «биогеофизики» – секвенирование микробиома пластовых флюидов (NGS) в качестве естественных трассеров. Доказано, что интеграция специализированных нейросетевых архитектур обеспечивает высокоточную фильтрацию техногенных шумов, надежную идентификацию насыщения коллектора и предиктивную диагностику осложнений (ГНВП).

Ключевые слова: геолого-технологические исследования (ГТИ), геонавигация, горизонтальное бурение, машинное обучение, нейронные сети, газовый каротаж, буровой шлам, компьютерное зрение

Original article

FROM EXPERT ASSESSMENT TO
INTELLIGENT SYSTEMS: AUTOMATION
OF VERIFICATION AND INTERPRETATION
OF MUD LOGGING DATA

R.R. ILYAZOV

RUSSIAN STATE GEOLOGICAL PROSPECTING
UNIVERSITY NAMED AFTER SERGO
ORDZHONIKIDZE, MOSCOW, RF

The growing share of horizontal drilling in difficult geological and technical conditions increases the requirements for the efficiency and reliability of information received from mud logging stations and used in geonavigation and decision-making during the construction of wells. The article presents a comprehensive analysis of the fundamental limitations of traditional methods of interpretation of mud logging: it is shown that the exponential growth of multidimensional data flows, the nonlinearity of intra-layer dependencies and high noise of signals exceed the cognitive capabilities of the operator in real time. The technological inevitability of the transition from subjective expert assessment to automated autonomous interpretation based on machine learning (ML) and artificial intelligence (AI) algorithms is substantiated. The key vectors of mud logging digitalization are considered: the use of computer vision algorithms (convolutional neural networks) for objective lithological analysis of sludge; the use of recurrent networks to predict the profile of gas logging taking into account the dynamic lag time; as well as the innovative direction of "biogeophysics" – sequencing of the microbiome of reservoir fluids (NGS) as natural tracers. It is proved that the integration of specialized neural network architectures provides high-precision filtering of man-made noise, reliable identification of collector saturation and predictive diagnosis of complications.

KEY WORDS: mud logging, geosteering, horizontal drilling, machine learning, neural networks, mud logging, drill cuttings, computer vision

ВВЕДЕНИЕ

Бурение скважин – ключевой фактор, непосредственно влияющий на добычу нефти и газа. Для под-

держания уровня добычи углеводородов становится необходимым вовлечение в разработку ранее экономически нерентабельных категорий запасов, представленных сложными геологическими условиями залегания, в том числе низкопроницаемыми, тонкос-

© Р.Р. Илъязов
Поступила в редакцию 11.03.2026

лоистыми коллекторами с фациальной неоднородностью коллектора по латерали, водоплавающими залежами с газовыми шапками, наличие зон нахождения нефти с относительной повышенной вязкостью и т.д. Эффективная разработка таких залежей все больше опирается на бурение скважин с горизонтальным окончанием, в связи с чем с 2010 г., фиксируется рост объемов горизонтального бурения (рис.1) и рост средней длины горизонтальных участков скважин в России (рис. 2) [8, 10, 12].

Эффективная проводка подобных скважин требует оперативной геонавигации в процессе бурения, основанной на точных данных о геологическом строении вскрываемого разреза и насыщении коллектора флюидом. За последние годы развитие технологий геофизических исследований в процессе бурения (Logging While Drilling- LWD) позволило с высокой точностью определять траекторию ствола скважины, детально изучать вскрываемый разрез залежи и оценивать насыщенность пласта флюидами. Тем не менее, несмотря на постоянное совершенствование измерительной аппаратуры, получаемые каротажные диаграммы и методы их интерпретации все еще не обладают абсолютной точностью. На качество данных геофизических исследований скважин влияют не только технические характеристики приборов, но и само состояние ствола: наличие или отсутствие спирализации, каверн и желобов, образование шламовых подушек, расслоение бурового раствора, степень его проникновения в пласт и ряд других факторов. Кроме того, бурение горизонтальных участков осуществляется в относительно узком целевом интервале глубин. Это существенно затрудняет стандартизацию и нормировку получаемых данных, поскольку в таких условиях, как правило, отсутствуют надежные опорные пласты, а каротажные диаграммы регистрируются исключительно в пределах целевого горизонта [6, 7, 15].

Еще одним из источников получения оперативной информации для геонавигации, являются

ГТИ – составная часть геофизических исследований скважин. Они предназначены для контроля состояния скважины на всех этапах ее строительства, изучения геологического разреза, достижения высоких технико-экономических показателей и обеспечения выполнения природоохранных требований [11]. ГТИ позволяют: распознавать и определять продолжительность технологических операций, оптимизировать процесс углубления скважины, выявлять поглощения бурового раствора и нефтегазоводопроявления на ранней стадии, контролировать гидродинамические давления в скважине, прогнозировать пластовые и поровые давления, а также диагностировать предаварийные ситуации в режиме реального времени. По данным ГТИ проводится выбор и корректировка интервалов отбора керна, шлама, испытаний пластов, оперативное литолого-стратиграфическое расчленение разреза, выделение реперных горизонтов.

Одной из основных геологических задач ГТИ является выделение в разрезе скважины пластов-коллекторов и оперативная оценка характера их насыщения и фильтрационно-емкостных свойств [5, 11]. По данным газового каротажа возможно определение межфлюидных контактов (ГНК, ВНК) и выделение интервалов высоковязких нефтей [1]. Станция ГТИ генерирует огромные массивы временных данных (более 30 параметров, с шагом регистрации в 1 сек.), которые человек не способен коррелировать и интерпретировать в реальном времени. В этом кроется фундаментальная проблема – объем и многомерность поступающих данных превышают когнитивные способности человека для их обработки в режиме реального времени: оператор тратит часы на ручную обработку данных, усталость персонала (особенно в ночные смены) приводит к пропуску интервалов или смены коллектора. Традиционные кросс-плоты, линейные регрессии и палетки больше не справляются с нелинейными зависимостями, возникающими при бурении горизонтальных стволов. Именно поэтому

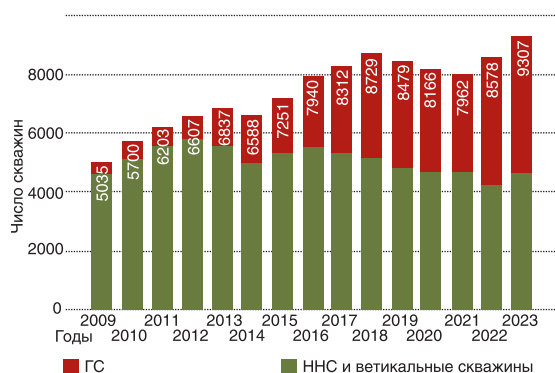


Рис. 1.

Динамика числа горизонтальных и наклонно направленных скважин (ННС) в России [8]

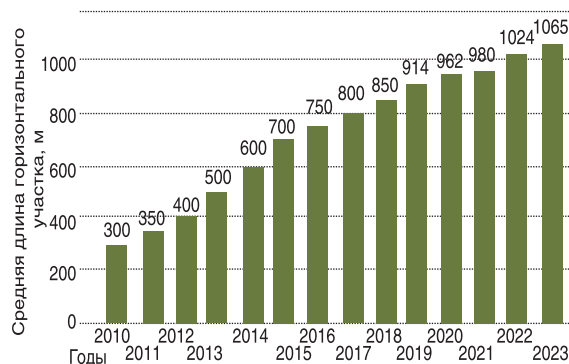


Рис. 2.

Динамика роста средней длины горизонтальных участков скважин в России [10]

применение нейронных сетей переходит из разряда “инноваций” в разряд “производственной необходимости”.

Данные ГТИ используются для: геонавигации, петрофизического сопровождения, геомеханического сопровождения, контроля замеров, сейсмического сопровождения, заканчивания скважин, анализа инцидентов при строительстве скважин. Опыт проводки горизонтальных скважин подтверждает, что сырые данные ГТИ требуют непрерывной круглосуточной верификации. В условиях высокой скорости бурения оперативный контроль качества становится критическим фактором, исключающим принятие решений на основе недостоверной информации [3, 4]. Кроме того, использование данных ГТИ имеет большой потенциал дальнейшего развития на основе современного оборудования и машинного обучения [2].

Перед использованием данных ГТИ, как правило, применяется проверка качества исходных данных, оценка осуществляется интерпретатором и основана на экспертном опыте специалиста. Проверка данных имеет критическое значение, так как некачественные данные влияют на правильность принимаемых решений, снижают эффективность геологического сопровождения в целом, увеличивают стоимость строительства скважины за счет непроизводительного времени (НПВ) или осложнений. Именно поэтому крупнейшими отечественными компаниями повсеместно реализуются мероприятия по повышению качества данных ГТИ, такие как:

1) Стандартизация требований – разрабатываются и внедряются локальные нормативные документы (АНД), позволяющие унифицировать технические задания и минимизировать методологические неопределенности на этапе планирования работ.

2) Полевой аудит и консалтинг – внедряется система выездных технических аудитов станций ГТИ.

3) Круглосуточный мониторинг и верификация – организуются центры удаленной оперативной оценки качества данных, позволяющие в режиме реального времени верифицировать входящий поток информации и применять объективные метрики оценки эффективности работы подрядчика.

В итоге данный подход минимизирует риски при бурении горизонтальных скважин и обеспечивает принятие корректных управленческих решений на всех этапах строительства.

НЕОБХОДИМОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ БУРОВОГО ШЛАМА

Описание бурового шлама является основой для оперативного литологического анализа, определения типа насыщения коллектора, состояния ствола скважины и т.д. [20, 25].

Исторически данные по описанию шлама оставались одним из самых «аналоговых» сегментов ГТИ,

сильно зависящим от квалификации оператора (геолога) на станции, что является слабыми местами исследований. Рассмотрим основные из них:

1. Субъективность описания шлама. Человеческий фактор при визуальном анализе – описание шлама основывается на экспертном опыте геолога. Учитывая нехватку квалифицированных специалистов на рынке труда, высокую скорость бурения и необходимость оперативной выдачи результатов анализа, нередки ошибки в описании шлама, которые приводят к неверной оценке литологического строения, что является критичным для геонавигации.

2. Задержка данных. Необходимость прогнозирования свойств породы перед долотом или в реальном времени – часть данных (газовый каротаж и шлам) приходят с временной задержкой, связанной с необходимостью выхода газопоказаний и шлама на поверхность и времени их анализа. Ошибки в определении времени отставания приводят к неверной привязки проб шлама к глубине и, тем самым, к некорректным данным.

Быстрое развитие технологии компьютерного зрения в последние годы помогло осуществить автоматическую идентификацию горных пород. Использование нейронных сетей позволило автоматизировать классификацию шлама по изображению и перейти от простых классификаторов (песчаник/глина) к определению текстур и содержания минералов. В настоящее время отечественные и зарубежные ведущие сервисные компании активно интегрируют технологии ИИ в цикл ГТИ. Это позволяет минимизировать влияние субъективных факторов и существенно повысить достоверность оперативных исследований [26].

Еще одним перспективным и новаторским научным направлением изучения бурового шлама, способных обеспечить качественно новый уровень понимания внутрискважинных процессов, является изучение микробиома нефтегазовых месторождений. Применение передовых молекулярно-биологических технологий, в частности методов секвенирования нового поколения (Next-Generation Sequencing, NGS), открывает перед геофизиками и разработчиками новые, ранее не используемые возможности. Данный инструментальный позволяет расшифровывать генетические профили пластовых флюидов, используя их как специфические природные биомаркеры [16, 18, 19]. Более того, он дает возможность осуществлять непрерывный мониторинг динамики состава и концентрации микробных сообществ на различных этапах технологического цикла нефтедобычи. Как было продемонстрировано в ходе пилотных работ [22], внедрение секвенирования ДНК микробиомы проб бурового шлама возможно в полевых условиях и обладает колоссальным прикладным потенциалом. Так, непосредственно в процессе бурения скважин генетический анализ шлама и бурового раствора мо-

жет служить индикатором для оценки характера насыщения вскрываемых коллекторов. Уникальные сообщества микроорганизмов фактически выступают в роли естественных, экологически чистых трассеров. Особую ценность секвенирование представляет для оптимизации разработки сложных объектов. Выявление специфических микробных «маркеров» активно применяется при прогнозировании и последующей детальной оценке профиля притока в сложных горизонтальных и наклонно-направленных скважинах [23]. Эта же методология критически важна для пространственного картирования систем трещин и оптимизации дизайнов многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП). Не менее значима роль геномики флюидов при диагностике осложнений в процессе эксплуатации фонда. Анализ микробиома дает ключ к пониманию истинных причин и генезиса быстрого обводнения добывающих скважин, позволяя дифференцировать прорыв закачиваемых агентов от поступления законтурных или подошвенных вод. В конечном итоге, формирование нового междисциплинарного стыка – своеобразной «биогеофизики» с применением автоматизированной обработки данных на основе машинного обучения – способствует существенному повышению эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ) и обеспечивает надежную базу данных для комплексной оценки успешности реализуемых геолого-технологических мероприятий (ГТМ) [13, 14, 23].

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГАЗОВОГО КАРТАЖА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Как было отмечено ранее, текущая верификация данных ГТИ опирается преимущественно на экспертный опыт интерпретатора. При этом газовый карттаж (ГК) остается уникальным инструментом: являясь прямым источником информации о пластовом флюиде в процессе углубления скважины, он обладает высокой оперативностью и низкой стоимостью по сравнению с методами ГИС на кабеле.

На сегодняшний день классические методики интерпретации ГК (ОПУС-3 Э.Е. Лукьянова, коэффициенты Пикслера, Старосельского, а также расчет отношений Wh , Bh , Ch) базируются на анализе соотношений легких и тяжелых углеводородных компонентов [9, 17, 21]. Однако применение данных подходов в сложных коллекторах часто дает неоднозначные результаты. Это обусловлено существенным влиянием техногенных факторов: нестабильностью режимов бурения; ложными аномалиями при проведении технологических операций; десорбцией газа из шлама в низкопроницаемых пластах; «фоновым» влиянием растворов на углеводородной основе (РУО).

В таких условиях традиционные математические модели не способны учесть весь спектр нелинейных

Р.Р. ИЛЬЯЗОВ
ОТ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ: АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРИФИКАЦИИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГТИ

зависимостей, что диктует необходимость перехода к алгоритмам машинного обучения.

Кроме того, практическая интерпретация сталкивается со следующими системными проблемами:

1. Время отставания и его вариативность – в горизонтальном стволе скорость транспорта шлама и газа зависит от профиля ствола, расхода, реологии, режима бурения и очистки. Время отставания перестает быть постоянной величиной и начинает изменяться во времени, что приводит к смещению газовых аномалий по глубине и ухудшению корреляции с LWD/ГИС.

2. Различная природа газовых аномалий – рост газа может быть вызван не только вскрытием продуктивного интервала, но и изменением режима бурения, колебаниями скорости проходки, изменением степени дегазации бурового раствора и гидравлического режима.

3. Высокая зашумленность данных и пропуски регистрации – исходные данные содержат ложные газовые аномалии из-за перерывов в циркуляции, необходимых для наращивания инструмента (так называемый газ наращивания). При ручной интерпретации это означает рост неопределенности и влияние человеческого фактора.

4. Ограниченность методик интерпретации – модели, настроенные на одном месторождении или даже на одной кустовой площадке, могут плохо работать на другой из-за различий в растворе, оборудовании, компоновке, геологии и режимах бурения. Следовательно, требуется подход, способный обучаться на больших архивах и адаптироваться к новым условиям.

В таких условиях традиционные математические модели не способны учесть весь спектр нелинейных зависимостей, что диктует необходимость перехода к алгоритмам машинного обучения.

Преимущество моделей машинного обучения (ML) заключается в их способности анализировать многомерные зависимости, учитывать контекст (предысторию сигнала) и одновременно обрабатывать десятки технологических каналов. Адаптивность алгоритмов и возможность их масштабирования на различные объекты бурения определяют вектор современных разработок в области ГТИ.

Ключевыми направлениями внедрения интеллектуальных систем являются:

1. Автоматизированная очистка и верификация данных. Фильтрация техногенных шумов, коррекция времени отставания (лага) и восстановление пропусков в регистрации.

2. Прогнозирование литологического разреза. Интегральный анализ газопоказаний и механических параметров бурения для оперативной идентификации типов пород.

3. Идентификация характера насыщения. Классификация типа насыщения коллектора (нефть/конденсат/газ/вода) с точностью, превосходящей возмож-

ности традиционных кросс-плотов и компонентных отношений.

4. Предупреждение осложнений и аварийных ситуаций. Раннее обнаружение признаков ГНВП (газо-нефтеводопроявлений) на основе анализа аномалий в поведении системы «пласт–скважина».

5. Оценка продуктивного потенциала. Использование косвенных признаков ГТИ для предварительного прогноза продуктивности горизонтальных окончаний и оптимизации заканчивания скважин [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье описаны результаты работ по оценке качества данных ГТИ при бурении горизонтальных скважин, показаны проблемы, влияющие на качество данных, и обозначена необходимость автоматизации процесса оценки качества и интерпретации данных. Также показано, что:

1. Учитывая объемы и доступность данных ГТИ, использование ИИ для систематизации, обработки и анализа этих данных способны существенно повысить уровень объема приобретаемой геолого-технологической информации.

2. Переход к автономной интерпретации. Применение специализированных архитектур нейронных сетей (сверточных – для анализа шлама, рекуррентных – для временных рядов ГК и технологических параметров) минимизирует влияние субъективного фактора. Это обеспечивает высокую скорость принятия решений, критически важную в условиях сложного геологического строения. Переход к полнофункциональному сервису является необходимым условием для цифровизации бурения.

3. Технологическая неизбежность. Традиционные детерминированные методы (палетки, линейные регрессии) исчерпали свой ресурс в задачах описания нелинейных зависимостей современных коллекторов. Внедрение нейросетевых алгоритмов в практику ГТИ переходит из категории «инноваций» в статус обязательного производственного стандарта, обеспечивающего эффективность и безопасность строительства скважин.

Дальнейшее развитие предложенных подходов позволит сформировать единую интеллектуальную среду сопровождения бурения, минимизирующую риски человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильязов Р.Р., Никифоров С.А., Черников Е.Ю., Рахимов Т.Р. Применение газового каротажа для геонавигации и оперативного определения межфлюидных контактов при проводке горизонтальных скважин // Нефтяное Хозяйство. 2023. № 2. С. 72–77. DOI: 10.24887/0028-2448-2023-4-72-77
2. Ильязов Р.Р. Потенциал развития газового каро-

тажа при бурении скважин // Нефтепромысловое дело. 2025. № 8(680). С. 11–16.

3. Ильязов Р.Р. Современные возможности газового каротажа при бурении скважин и необходимость его комплексного метрологического обеспечения // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2023. № 8 (368). С. 11–18. DOI: 10.33285/0130-3872-2023-8(368)-11-18.
4. Лукьянов Э.Е. Газовый каротаж: есть ли свет в конце тоннеля? // НТВ «Каротажник». Тверь: АИС, 2008. № 7 (172). С. 3–49.
5. Лукьянов Э.Е. Геолого-технологические и геофизические исследования в процессе бурения. Новосибирск: Издательский дом «Наследие Сибири», 2009. 752 с.
6. Мирзаджанзаде А.Х., Шахвердиев А.Х., Кузнецов О.Л., Мамедзаде А.М. Геоманнитные поля и месторождения нефти и газа // Геология нефти и газа. 1996. № 6. С. 4.
7. Мирзаджанзаде А.Х., Шахвердиев А.Х., Кузнецов О.Л., Мирзаджанова Д.Д. Метод фазовой плоскости для интерпретации каротажных диаграмм // Геология нефти и газа. 2000. № 3. С. 36–39.
8. Российский рынок бурения нефтяных скважин: текущее состояние и сценарии развития до 2030 года. М.: RPI, 2024. 119 с.
9. Старосельский В.И. Этан, пропан, бутан в природных газах нефтегазовых бассейнов. М.: Недра. 1990. С. 186.
10. Сугаипов Д.А. Выбор оптимальной системы разработки месторождений за счет применения горизонтальных, многозабойных и горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта // Нефтяное хозяйство. 2026. № 1. С. 46–51. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2026-1-46-51>
11. Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин. РД 153-39.0-069-01. Коллектив авторов. Тверь, 2001. 91 с.
12. Шахвердиев А.Х., Брезицкий С.В., Галеев Ф.Х. Унифицированная методика определения технологической и экономической эффективности геолого-технологических мероприятий // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1999. № 6. С. 48–55.
13. Шахвердиев А.Х., Ильязов Р.Р., Арефьев С.В., Поздышев А.С. О включении высокообводненных запасов недонасыщенных нефтью коллекторов в категорию трудноизвлекаемых // Нефтяное хозяйство. 2023. № 4. С. 34–39. DOI: 10.24887/0028-2448-2023-4-34-39.
14. Шахвердиев А.Х. Унифицированная методика расчета эффективности геолого-технических мероприятий // Нефтяное хозяйство. 2001. № 5. С. 44–47.

15. ЩЕТИНИНА Н.В., БАСЫРОВ М.А., ЗЫРЯНОВА И.А. и др. Технологии интерпретации данных геофизических исследований горизонтальных скважин: настоящее и будущее // Нефтяное хозяйство. 2017. № 11. С. 26–31.
16. CHAPPELLE F.H., O'NEILL, K., BRADLEY, P.M., METHE B.A., CIUFO, S.A., KNOBEL L.L., LOVELEY D.R. A hydrogen-based subsurface community dominated by methanogens. *Nature* 415. P. 312–325.
17. HAWORTH J., SELLENS M., WHITTAKER A. Interpretation of Hydrocarbon Shows Using Light (C1-C5) Hydrocarbon Gases from Mud-Log Data. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 1985. V. 69, N 8 (August). C. 1305–1310.
18. KRUMHOLZ L., MCKINLEY, J.P., ULRICH, G.A., SUFLITA J.M. Confined subsurface microbial communities in Cretaceous rock. *Nature*. 1997. 386. P. 64–66.
19. LIN L.H., WANG P.L., RUMBLE D., LIPPMANN-PIPKER J., BOICE E., PRATT M.L., LOLLAR B.S., BRODIE E.L., HAZEN T.C., ANDERSEN G.L., DESANTIS T.Z., MOSER D.P., ET AL. Longterm sustainability of a high-energy, low-diversity crustal biome. *Science*. 2007. 314, 497–482.
20. LIN P., YU T.F., XU Z.H., SHAO R.Q., WANG W.Y. Geochemical, mineralogical, and microstructural characteristics of fault rocks and their impact on TBM jamming: a case study. *Bull. Eng. Geol. Environ.* 2022. 81, 64. (2022), <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02548-0>
21. PIXLER B.O. Formation Evolution by Analysis of Hydrocarbon Ratios. SPE-AIME, Baroid Div. National Lead Co. *Journal of petroleum technology*. JUNE, 1969. P. 665–670.
22. POSDYSHEV A.S., SHELYAKIN P.V., SHAIKHUTDINOV N.M., POPOV A.A., LOGACHEVA M.D., TUTUKINA M.N., GELFAND M.S. Using DNA-Logging to Determine Inflow Profile in Horizontal Wells. SPE Russian Petroleum Technology Conference / Virtual. 2021. October doi: <https://doi.org/10.2118/206515-MS>.
23. SHAKHVERDIEV A.KH., ILYAZOV R.R. Combining gas logging, well logging and cuttings microbiota data to improve geosteering and flow profile prediction in a horizontal well // SOCAR Proceedings. 2024. № S1. P. 7–14. DOI: 10.5510/OGP2024SI101034
24. SOROMOTIN A.V., MARTYUSHEV D.A., STEPANENKO I.B. Application of machine learning methods to forecast the rate of horizontal wells // SOCAR Proceedings Special Issue No. 1 (2023) 070-077 / DOI: <http://dx.doi.org/10.5510/OGP2023SI100833>
25. XU Z., MA W., LIN P., SHI H., PAN D., LIU T. Deep learning of rock images for intelligent lithology identification, *Computers and Geosciences*. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104799>. 2021.
26. ZHENHAO XU, WEN MA, PENG LIN, YILEI HUA.

Deep learning of rock microscopic images for intelligent lithology identification: Neural network comparison and selection // *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2022. N 14. P. 1140–1152. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2022.05.009>

REFERENCES

1. ILYAZOV R.R., NIKIFOROV S.A., CHERNIKOV E. YU., RAKHIMOV T. R. Application of gas logging for geosteering and prompt determination of interfluid contacts during horizontal well drilling. *Neftyanoye Khozyaystvo*. 2023;2:72–77. DOI: 10.24887/0028-2448-2023-4-72-77
2. ILYAZOV R.R. Potential for the development of gas logging during well drilling. *Neftpromyslovoye delo*. 2025;8 (680):11–16.
3. ILYAZOV R.R. Modern capabilities of gas logging during well drilling and the need for its comprehensive metrological support. *Stroitel'stvo neftnykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*. 2023;8;(368):11–18. DOI: 10.33285/0130-3872-2023-8(368)-11-18.
4. LUKYANOV E.E. Gas logging: is there light at the end of the tunnel? *NTV "Karotazhnik"*. Tver: AIS, 2008; 7; (172):3–49.
5. LUKYANOV E.E. Geological, technological and geophysical studies during drilling. Novosibirsk: Izdatel'skiy dom «Nasledie Sibiri», 2009:752.
6. MIRZADZHANZADE A.KH., SHAKHVERDIEV A.KH., KUZNETSOV O.L., MAMEDZADE A.M. Geomagnetic fields and oil and gas fields. *Geologiya nefi i gaza*. 1996;6:4.
7. MIRZADZHANZADE A.KH., SHAKHVERDIEV A.KH., KUZNETSOV O.L., MIRZADZHANOVA D.D. Phase plane method for interpreting well logging diagrams. *Geologiya nefi i gaza*. 2000;3:36–39.
8. Russian oil drilling market: current status and development scenarios up to 2030. Moscow: RPI, 2024:119.
9. STAROSEL'SKY V.I. Ethane, propane, butane in natural gases of oil and gas basins. Moscow: Nedra, 1990:186.
10. SUGAIPOV D.A. Selection of the optimal field development system through the use of horizontal, multilateral and horizontal wells with multistage hydraulic fracturing. *Neftyanoye Khozyaystvo*. 2026;1:46–51. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2026-1-46-51>
11. Technical instructions for conducting geological and technological studies of oil and gas wells. RD 153-39.0-069-01. Collective authors. Tver, 2001:91.
12. SHAKHVERDIEV A.KH., BREZITSKY S.V., GALEEV F.KH. Unified methodology for determining the technological and economic efficiency of geological and technological measures. *Azerbaydzhanskoye neftyanoye khozyaystvo*. 1999;6:48–55.
13. SHAKHVERDIEV A.KH., ILYAZOV R.R., AREFYEV S.V., POZDYSHEV A.S. On the inclusion of highly water-cut reserves of undersaturated oil reservoirs

- in the category of hard-to-recover reserves. *Neftyanoye Khozyaystvo*. 2023;4:34–39. DOI: 10.24887/0028-2448-2023-4-34-39.
14. SHAKHVERDIEV A.KH. Unified methodology for calculating the efficiency of geological and technical measures. *Neftyanoye Khozyaystvo*. 2001;5:44–47.
 15. SHCHETININA N.V., BASYROV M.A., ZYRYANOVA I.A. ET AL. “Technologies for interpreting horizontal well logging data: present and future”. *Neftyanoye Khozyaystvo*. 2017;11:26–31.
 16. CHAPELLE F.H., O’NEILL K., BRADLEY P.M., METHE B.A., CIUFO S.A., KNOBEL L.L., LOVELEY D.R. “A hydrogen-based subsurface community dominated by methanogens”. *Nature*. 2002;415:312–325.
 17. HAWORTH J., SELLENS M., WHITTAKER A. “Interpretation of Hydrocarbon Shows Using Light (C1–C5) Hydrocarbon Gases from Mud-Log Data.” *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 1985; 69;(8) (August):1305–1310.
 18. KRUMHOLZ L., MCKINLEY J.P., ULRICH G.A., SULITA J.M. Confined subsurface microbial communities in Cretaceous rock. *Nature*. 1997. 386:64–66.
 19. LIN L.H., WANG P.L., RUMBLE D., LIPPMANN-PIPKER J., BOICE E., PRATT M.L., LOLLAR B.S., BRODIE E.L., HAZEN T.C., ANDERSEN G.L., DESANTIS T.Z., MOSER D.P., ET AL. Longterm sustainability of a high-energy, low-diversity crustal biome. *Science* 2007. 314:497–482.
 20. LIN P., YU T.F., XU Z.H., SHAO R.Q., WANG W.Y. Geochemical, mineralogical, and microstructural characteristics of fault rocks and their impact on TBM jamming: a case study. *Bull. Eng. Geol. Environ.* 2022. 81, 64. <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02548-0>
 21. PIXLER B.O. Formation Evolution by Analysis of Hydrocarbon Ratios. SPE-AIME, Baroid Div. National Lead Co. *Journal of petroleum technology*. JUNE. 1969: 665–670.
 22. POSDYSHEV A.S., SHELYAKIN P.V., SHAIKHUTDINOV N.M., POPOV A.A., LOGACHEVA M.D., TUTUKINA M.N., GELFAND M.S. Using DNA-Logging to Determine Inflow Profile in Horizontal Wells. SPE Russian Petroleum Technology Conference. *Virtual*. 2021. October doi: <https://doi.org/10.2118/206515-MS>.
 23. SHAKHVERDIEV A.KH., ILIAZOV R.R. Combining gas logging, well logging and cutting microbiota data to improve geosteering and flow profile prediction in a horizontal well. *SOCAR Proceedings*. 2024;S1:7–14. DOI: 10.5510/OGP2024SI101034
 24. SOROMOTIN A.V., MARTYUSHEV D.A., STEPANENKO I.B. Application of machine learning methods to forecast the rate of horizontal wells. *SOCAR Proceedings Special Issue*. 2023;1:070–077. DOI: <http://dx.doi.org/10.5510/OGP2023SI100833>
 25. XU Z., MA W., LIN P., SHI H., PAN D., LIU T. Deep learning of rock images for intelligent lithology identification, *Computers and Geosciences*. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104799>.
 26. ZHENHAO XU, WEN MA, PENG LIN, YILEI HUA. Deep learning of rock microscopic images for intelligent lithology identification: Neural network comparison and selection. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2022;14:1140–1152 <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2022.05.009>

Ильязов Ринат Расимович,
соискатель кафедры разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений ФГБОУ ВО «Российский государственный
геологоразведочный университет» имени Серго
Орджоникидзе

✉ 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23,
117997, Moscow, Miklukho-Maklaya St., 23,
e-mail: rilyazov@mail.ru

УДК 622.276.5

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-92-100

Научная статья

EDN: MARGXM

МЕХАНИЗМ ИНГИБИРОВАНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛИ ПЕСОЧНЫХ ФИЛЬТРОВ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫХ CO_2 -СРЕДАХ НОВЫМ ИНГИБИТОРОМ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ АММОНИЕВОЙ СОЛИ СТ2-20

ВАН ЦЗЮНЬСЯН¹,
Е.С. ЮШИН¹, ЯН ЮЙМИН¹,
ЧУ ЦЗЮНЬ^{2,3}, ЕФЕНДИ ИВАН⁴

¹РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
им. Патриса Лумумбы, Москва, РФ

²РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. С. Орджоникидзе, Москва, РФ

³МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. Ломоносова,
Москва, РФ

⁴КИТАЙСКИЙ НЕФТЯНОЙ УНИВЕРСИТЕТ,
Пекин, КНР

Материалы песочных фильтров в добывающих скважинах подвержены интенсивной коррозии под воздействием высокотемпературного и высоконапряженного CO_2 , что приводит к нарушению целостности систем контроля песка. В работе исследовано коррозионное поведение сталей N80, 3Cr и 13Cr в моделированной пластовой воде (130 °C, общее давление – 24,76 МПа, парциальное давление CO_2 – 1,21 МПа) и изучен механизм ингибирования нового ингибитора СТ2-20 на основе четвертичной аммониевой соли. Результаты показали, что в отсутствие ингибитора скорость коррозии стали N80 составляла 0,171 мм/год с образованием рыхлой пленки FeCO_3 , стали 3Cr – 0,082 мм/год, а стали 13Cr – 0,017 мм/год. Добавление СТ2-20 повышало эффективность ингибирования для стали N80 до 89,47% при концентрации 1000 ppm, полностью подавляя образование продуктов коррозии и обеспечивая защиту, сопоставимую со сталью 13Cr. Установлено, что СТ2-20 хемосорбируется на стали по механизму Ленгмюра с образованием мономолекулярного слоя ($\Delta G_{\text{ads}} = -49,68$ кДж/моль). Применение СТ2-20 позволяет использовать низколегированные стали для изготовления фильтров в агрессивных средах, снижая затраты при сохранении надежности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ингибирование коррозии, высокотемпературный, высокое давление, CO_2 -коррозия, ингибитор на основе четвертичной аммониевой соли, песочный фильтр

Original article

MECHANISM OF CORROSION INHIBITION OF SAND FILTER STEEL IN HIGH-TEMPERATURE AND HIGH-PRESSURE CO_2 ENVIRONMENTS BY A NOVEL QUATERNARY AMMONIUM SALT-BASED INHIBITOR CT2-20

WANG JUNXIANG¹, E.S. YUSHIN¹,
YANG YUMING¹, CHU JUN^{2,3}, EFENDI IVAN⁴

¹ PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF
RUSSIA NAMED AFTER PATRICE LUMUMBA,
Moscow, RF

² SERGO ORDZHONIKIDZE RUSSIAN STATE
UNIVERSITY FOR GEOLOGICAL PROSPECTING,
Moscow, RF

³ LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY,
Moscow, RF

⁴ CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM,
BEIJING, CHINA

Sand screen materials in production wells are subject to severe corrosion in high-temperature high-pressure CO_2 environments, compromising sand control integrity. This study investigates the corrosion behavior of N80, 3Cr, and 13Cr steels in simulated formation water (130 °C, total pressure 24,76 MPa, CO_2 partial pressure 1,21 MPa) and examines the inhibition mechanism of a novel quaternary ammonium salt inhibitor, CT2-20. Without inhibitor, N80 steel exhibited a corrosion rate of 0,171 mm/year with a loose FeCO_3 layer, while 3Cr and 13Cr showed 0.082 mm/year and 0,017 mm/year, respectively. CT2-20 addition increased inhibition efficiency for N80 to 89,47% at 1000 ppm, completely suppressing corrosion products and achieving protection comparable to 13Cr steel. CT2-20 chemisorbs on steel via Langmuir monolayer adsorption ($\Delta G_{\text{ads}} = -49,68$ kJ/mol). The use of CT2-20 enables low-cost steel screens in aggressive environments, balancing cost and reliability.

KEY WORDS: corrosion inhibition, high temperature, high pressure, CO_2 corrosion, quaternary ammonium salt inhibitor, sand filter

© Ван Цзюньсян, Е.С. Юшин, Ян Юймин, Чу Цзюнь,
Ефенди Иван
Поступила в редакцию 16.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

CO_2 -коррозия является одной из основных причин разрушения песочных фильтров и эксплуатационных колонн в нефтегазодобыче [4]. Высокая обводненность, температура, парциальное давление CO_2 и минерализация пластовой воды создают агрессивные условия, приводящие к скорости коррозии углеродистых сталей до 20 мм/год [5], что критически снижает эффективность систем контроля песка. Коррозионное истончение фильтров изменяет размеры щелей, а отслаивающиеся продукты засоряют каналы, увеличивая перепад давления и риск локального разрушения.

Для защиты применяются различные стратегии: катодная защита, покрытия, ингибиторы коррозии и коррозионно-стойкие сплавы (CRA) [13]. CRA, особенно высокохромистые стали, эффективны благодаря пассивирующим слоям [6, 24], однако, высокая стоимость ограничивает их применение на мало-рентабельных месторождениях. Низколегированные стали с содержанием Cr менее 3% не образуют непрерывных защитных пленок и подвержены питтинговой коррозии в присутствии Cl [21, 25–26]. Покрытия на сложных сетчатых структурах фильтров неизбежно имеют микродефекты, которые становятся очагами локальной коррозии.

Ингибиторы коррозии представляют собой наиболее гибкий метод защиты, позволяющий обрабатывать как внутренние, так и внешние поверхности фильтров путем закачки в скважину. Эффективность ингибиторов зависит от температуры, давления, состава среды [7, 11]. Для высокотемпературных условий (120–150 °C) в основном используются имидазолиновые ингибиторы [15], однако, их эффективность при высоких парциальных давлениях CO_2 часто недостаточна. Ингибиторы на основе четвертичных аммониевых солей (ЧАС) экономичнее, но их работоспособность при температурах выше 120 °C и давлении CO_2 более 150 psi изучена слабо [1, 12].

Цель настоящей работы – оценка коррозионного поведения сталей N80, 3Cr и 13Cr, используемых для изготовления песочных фильтров, в условиях, моделирующих высокотемпературную высоконапряженную среду морского месторождения, и исследование механизма ингибирования новым ингибитором СТ2-20 на основе ЧАС для обеспечения долговременной целостности фильтров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и подготовка

Использованы стали N80, 3Cr и 13Cr, химический состав которых соответствует стандартам для нефтепромышленного оборудования. Образцы размером 50×13×3 мм³ предназначены для гравиметрических измерений, образцы 10×10×3 мм³ – для анализа продуктов коррозии. Перед испытаниями все поверхности шлифовали SiC-бумагой до зернистости 1000, обезжиривали ацетоном и этанолом, сушили азотом и хранили в эксикаторе. Массу измеряли на аналитических весах с точностью 0.1 мг, геометрические размеры – штангенциркулем (0.01 мм).

Моделированная пластовая вода приготовлена на основе анализа состава вод целевого месторождения (общая минерализация 10135 мг/л). Ионный состав приведен в табл. 1. Перед экспериментом раствор деаэрировали барботированием азота (99,95%) в течение 24 ч.

Ингибитор СТ2-20 относится к классу ЧАС; его молекула содержит кислород- и азотсодержащие функциональные группы, сопряженные π -связи, а также катионы четвертичного аммония и галогенид-анионы.

Процедура испытаний

Динамические испытания проводили в автоклаве с вращающейся клеткой (рис. 1) в соответствии с ASTM G111-97 (2013) и ASTM G1-03 (2017). Образцы закрепляли на держателях, добавляли ингибитор СТ2-20 в заданных концентрациях. После

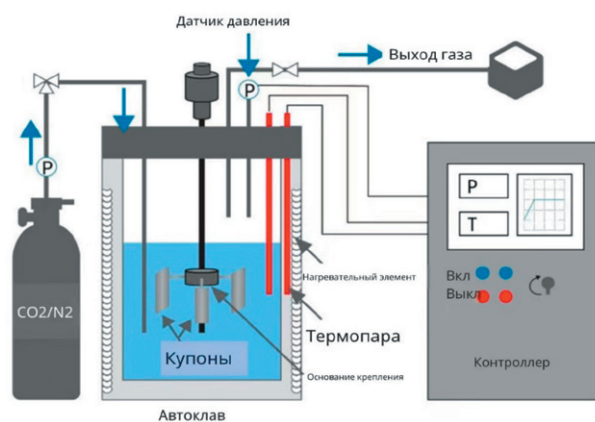


Рис. 1.

Схема установки для испытаний в автоклаве с CO_2

ТАБЛИЦА 1.

Ионный состав моделированной пластовой воды

Ион	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Концентрация, мг/л	3307	293	2948	10	5	35	3088	449

герметизации систему продували азотом для удаления кислорода, затем создавали рабочее давление смесью CO_2/N_2 . Условия эксперимента: температура – 130 °С, общее давление – 24,76 МПа, парциальное давление CO_2 – 1,21 МПа, линейная скорость потока – 0,638 м/с, длительность – 14 сут. Матрица испытаний представлена в таблице 2.

Измерение потери массы и характеристика морфологии

После испытаний образцы извлекали, продукты коррозии удаляли с поверхности гравиметрических образцов кислотным раствором (500 мл HCl + 500 мл H_2O + 3,5 г гексаметилентетрамина) механически мягкой щеткой, затем промывали водой, ацетоном, сушили азотом и взвешивали. Скорость коррозии (CR, мм/год) рассчитывали по формуле [2].

$$CR = \frac{8,76 \times 10^7 \Delta m}{\rho A t} \quad (1)$$

где CR – скорость коррозии (мм/год); Δm – потеря массы (г); ρ – плотность материала (г/см³); A – открытая площадь (см²); t – время экспозиции (ч).

Образцы 10 × 10 × 3 мм³ инкапсулировали эпоксидной смолой. После отверждения поперечный шлиф полировали SiC бумагой до зернистости 1000, промывали ацетоном и этанолом, сушили азотом.

Морфологию поверхности и состав коррозионных продуктов характеризовали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, FEI Quanta 200F автоэмиссионный микроскоп) и рентгеновской дифракции (РФА, Rigaku SmartLab 9 кВт, $\text{CuK}\alpha$ излучение, диапазон 10–90° 2 θ , скорость 4°/мин).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка скорости коррозии

Для определения экономически эффективной стратегии снижения коррозии, пригодной для систем песочных фильтров, проведены сравнительные эксперименты на сталях 3Cr, 13Cr и N80 при различных концентрациях СТ2-20. На рис. 2 показана макроскопическая морфология стали N80 после 14 суточной коррозии в динамической CO_2 насыщенной

ВАН ЦЗЮНЬСЯН, Е.С. ЮШИН,
ЯН ЮЙМИН, ЧУ ЦЗЮНЬ, ЕФЕНДИ ИВАН
МЕХАНИЗМ ИНГИБИРОВАНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛИ
ПЕСОЧНЫХ ФИЛЬТРОВ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
И ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫХ CO_2 -СРЕДАХ НОВЫМ
ИНГИБИТОРОМ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ
АММОНИЕВОЙ СОЛИ СТ2-20

пластовой воде. В отсутствии ингибитора (рис. 2А) поверхность N80 потеряла металлический блеск и покрыта черными продуктами коррозии. При добавлении 20 ppm СТ2-20 (рис. 2Б) покрытие значительно уменьшилось. При 1000 ppm СТ2-20 (рис. 2В) частично сохраняется металлический блеск, что указывает на эффективное ингибирование.

На рис. 3 сравнивается морфология сталей 3Cr и 13Cr после экспозиции. Поверхность 3Cr (рис. 3А) покрыта темными слоями продуктов, тогда как 13Cr (рис. 3Б) сохранила первоначальный металлический вид с видимыми следами механической обработки, демонстрируя незначительную коррозию.

На рис. 4 представлены скорости коррозии. Для N80 в отсутствие ингибитора CR = 0,171 мм/год. Добавление 20 ppm СТ2-20 снижает CR до 0,090 мм/год (эффективность 47,37%), при 1000 ppm – до 0,018 мм/год (эффективность 89,47%). Сталь 3Cr без ингибитора имеет CR = 0,082 мм/год, сталь 13Cr – 0,017 мм/год. При 1000 ppm СТ2-20 скорость коррозии N80 практически равна таковой для 13Cr.

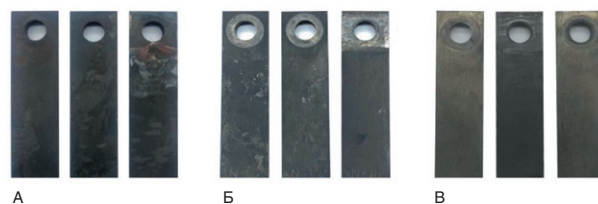


Рис. 2.

Макроскопические морфологии углеродистой стали N80 после экспозиции в динамической пластовой воде, содержащей CO_2 , с различными концентрациями ингибитора коррозии СТ2-20: А – 0 ppm, Б – 20 ppm, В – 1000 ppm

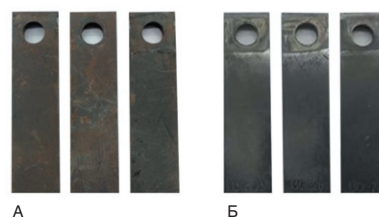


Рис. 3.

Макроскопические морфологии 3Cr/13Cr после экспозиции в динамической пластовой воде, содержащей CO_2 : А – 3Cr, Б – 13Cr

ТАБЛИЦА 2.

Матрица коррозионных испытаний

Материал	Темп., °С	Общее давл., МПа	Парц. давл. CO_2 , МПа	Время погр., сут.	Скорость потока, м/с	Конц. ингибитора, ppm
N80 3Cr 13Cr	130	24,76	1,21	14	0,638	0
N80						20
N80						1000

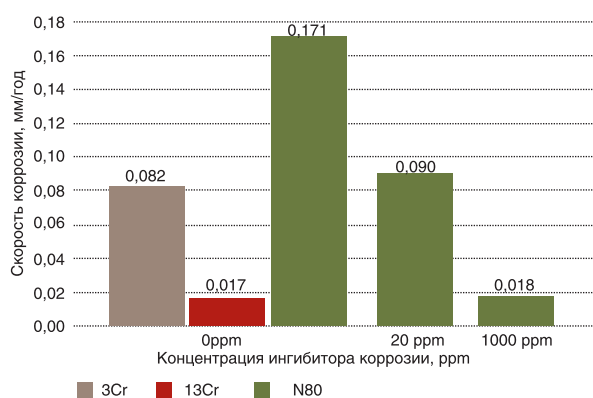


РИС. 4.

Скорость коррозии N80/3Cr/13Cr при различных концентрациях ингибитора коррозии

ХАРАКТЕРИСТИКА КОРРОЗИОННЫХ ПРОДУКТОВ

СЭМ-характеристика морфологии

На рис. 5 и 6 представлены морфология поверхности и поперечные профили сталей после экспозиции. На неингибированной стали N80 (рис. 5А, 6А) явно обнаруживаются толстые гранулированные продукты коррозии, полностью покрывающие поверхность. При 20 ppm СТ2-20 (рис. 5Б, 6Б) поверхность N80 сохраняет более тонкие продуктные пленки. При 1000 ppm СТ2-20 (рис. 5В, 6В) поверхность N80 становится свободной от продуктных пленок, видны следы шлифовки и гладкий поперечный профиль. Морфология поверхности N80 при 1000 ppm (рис. 5В) близко напоминает таковую у стали 13Cr (рис. 5Д). Сталь 3Cr без ингибитора (рис. 5Г, 6Г) покрыта продуктами, но слой тоньше, чем на N80.

РФА-анализ

Морфология поверхности стали N80 показала, что концентрация СТ2-20 критически определяет структуру коррозионных продуктов, тем самым модулируя

ее коррозионную стойкость в условиях динамического потока с низким парциальным давлением CO_2 . На рис. 7 представлен РФА-анализ стали N80 при различных концентрациях СТ2-20. При концентрациях СТ2-20 0 ppm и 20 ppm коррозионные продукты преимущественно состояли из FeCO_3 . В противоположность этому, когда концентрация СТ2-20 достигала 1000 ppm, РФА-картины исключительно проявляли дифракционные пики, соответствующие α -Fe, указывая на эффективное подавление образования коррозионных продуктов.

Аналогично, на рис. 8 демонстрируются РФА-результаты для стали 3Cr после 14-дневной экспозиции в пластовой воде, содержащей CO_2 , в динамических условиях. FeCO_3 оставался доминирующей фазой коррозионного продукта для стали 3Cr, аналогично наблюдениям для неингибированной стали N80.

ОБСУЖДЕНИЕ

Механизм CO_2 -коррозии

В водной фазе CO_2 -коррозии диоксид углерода сначала растворяется в воде и гидратируется с образованием угольной кислоты H_2CO_3 , которая затем диссоциирует с выделением ионов H^+ , создавая кислую коррозионную среду. Процессы растворения и ионизации включают следующие стадии: растворение газообразного CO_2 с образованием гидратированного CO_2 ; гидратация CO_2 с образованием H_2CO_3 ; первая ступень диссоциации H_2CO_3 на H^+ и HCO_3^- ; вторая ступень диссоциации HCO_3^- на H^+ и CO_3^{2-} ; а также диссоциация воды. После этого на поверхности стали протекают электрохимические реакции. Анодная реакция заключается в растворении железа ($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$). Катодные реакции включают восстановление ионов H^+ , молекул воды, H_2CO_3 и HCO_3^- с выделением водорода [14]. Следует отметить, что диссоциация HCO_3^- может поставлять дополнительные

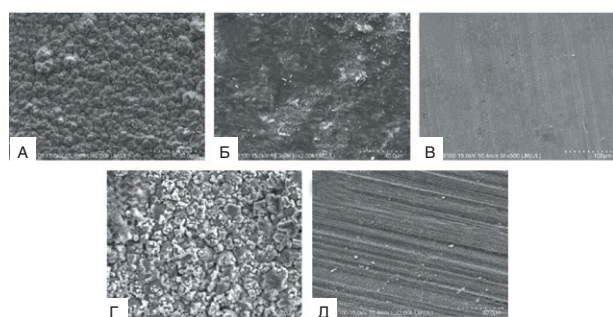


РИС. 5.

СЭМ поверхностные морфологии N80/3Cr/13Cr после экспозиции в динамической пластовой воде, содержащей CO_2 , с различными концентрациями ингибитора коррозии: А – N80 0 ppm, Б – N80 20 ppm, В – N80 1000 ppm, Г – 3Cr 0 ppm, Д – 13Cr 0 ppm

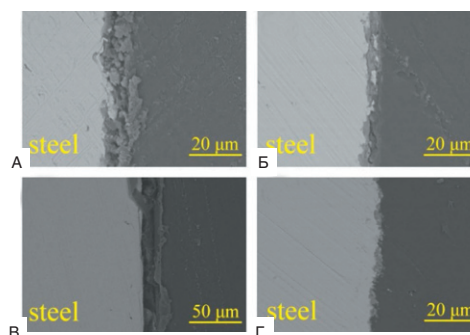


РИС. 6.

Поперечные морфологии коррозионной продуктной пленки N80/3Cr после экспозиции в динамической пластовой воде, содержащей CO_2 , с различными концентрациями ингибитора коррозии: А – N80 + 0 ppm, Б – N80 + 20 ppm, В – N80 + 1000 ppm, Г – 3Cr 0 ppm

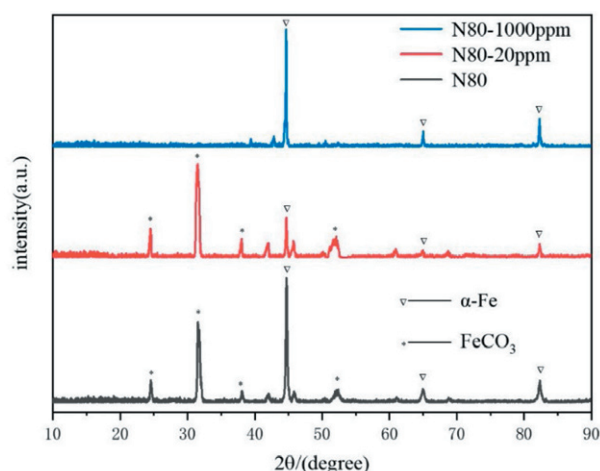


Рис. 7.

РФА-анализ коррозионных продуктов стали N80 при различных концентрациях ингибитора коррозии

ВАН ЦЗЮНЬСЯН, Е.С. ЮШИН,
ЯН ЮЙМИН, ЧУ ЦЗЮНЬ, ЕФЕНДИ ИВАН
МЕХАНИЗМ ИНГИБИРОВАНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛИ
ПЕСОЧНЫХ ФИЛЬТРОВ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
И ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫХ CO₂-СРЕДАХ НОВЫМ
ИНГИБИТОРОМ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ
АММОНИЕВОЙ СОЛИ СТ2-20

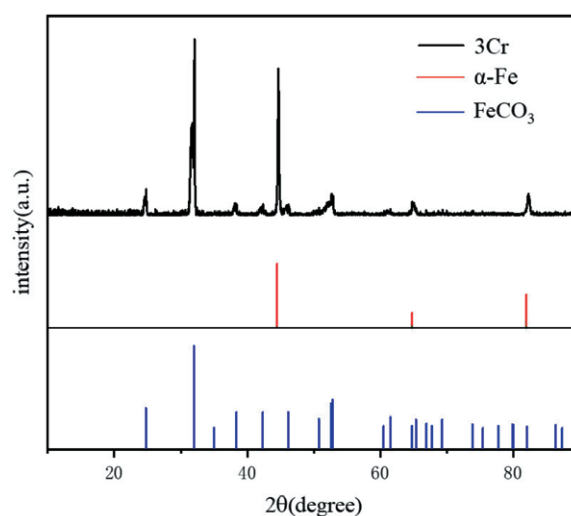


Рис. 8.

РФА-анализ коррозионных продуктов стали 3Cr после экспозиции в динамической пластовой воде, содержащей CO₂

ионы H⁺ для катодных реакций, однако, из-за слабой второй ступени диссоциации ее вклад пренебрежимо мал.

В процессе CO₂-коррозии необходимо определить растворимость CO₂. Для равновесий, описывающих растворение CO₂ (K_{sol} (molar/bar)), его гидратацию (K_{hyd}), первую (K_{ca} (molar)) и вторую (K_{bi} (molar)) ступени диссоциации H₂CO₃, а также диссоциацию H₂O (K_{wa} (molar²)), константы равновесия рассчитываются на основе температуры, давления и ионной силы, как показано в уравнениях (2)–(6) [16, 19]:

$$K_{sol} = \frac{14,5}{1,00258} \times 10^{-(2,27+5,65 \times 10^{-3} T_f - 8,06 \times 10^{-6} T_f^2 + 0,075 I)} = \frac{[\text{CO}_2]}{p} \quad (2)$$

$$K_{hyd} = 2,58 \times 10^{-3} = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{CO}_2]} \quad (3)$$

$$K_{ca} = 387,6 \times 10^{-(6,41 - 1,594 \times 10^{-3} T_f + 8,52 \times 10^{-6} T_f^2 - 3,07 \times 10^{-5} p - 0,4772 I^{0,5} + 0,118 I)} = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \quad (4)$$

$$K_{bi} = 10^{-(10,61 - 4,97 \times 10^{-3} T_f + 1,331 \times 10^{-5} T_f^2 - 2,624 \times 10^{-5} p - 1,66 I^{0,5} + 0,3466 I)} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} \quad (5)$$

$$K_{wa} = 10^{-(29,3868 - 0,0737549 T_k + 7,47881 \times 10^{-5} T_k^2)} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \quad (6)$$

где T_f – температура по Фаренгейту (°F), T_k – температура по Кельвину (K), p – парциальное давление CO₂

(бар), [i] – концентрация вида i (моль/л), I – ионная сила (моль/л), рассчитываемая по стандартному определению $I = \frac{1}{2} \sum_i [i] z_i^2$, где z_i – зарядное число ионного вида i.

Поскольку число независимых уравнений на единицу меньше числа независимых переменных, добавляем уравнение электронейтральности, которое для данного состава воды имеет вид (7):

$$[\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + 2[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{OH}^-] = [\text{H}^+] + 2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Na}^+] + 2[\text{Mg}^{2+}] + [\text{K}^+] \quad (7)$$

Подставляя экспериментальные параметры в уравнения (2)–(7), получаем концентрацию растворенного CO₂ – 0,327 моль/л и равновесное значение pH раствора 6,23.

Основываясь на расчетах растворимости, использовался модуль коррозии OLI Analyzer Studio для моделирования этой системы пластовой воды, содержащей CO₂. Построенная потенциал-pH диаграмма (Пурбе) очертила термодинамические области стабильности коррозии, пассивации и иммунитета, одновременно идентифицируя возможные коррозионные продукты.

Как показано на рис. 9А, pH моделируемой системы составлял 6,158, что очень близко к расчетному результату 6,23. В пределах зоны пассивации, отмеченной на рис. 9Б, FeCO₃(тв.) был идентифицирован как доминирующий коррозионный продукт, что согласуется с РФА-результатами. Часть зоны пассивации FeCO₃ (тв.) располагалась непосредственно над линией выделения водорода, указывая, что катодная реакция включает реакцию выделения водорода, тем самым подтверждая предыдущее обсуждение катодного механизма.

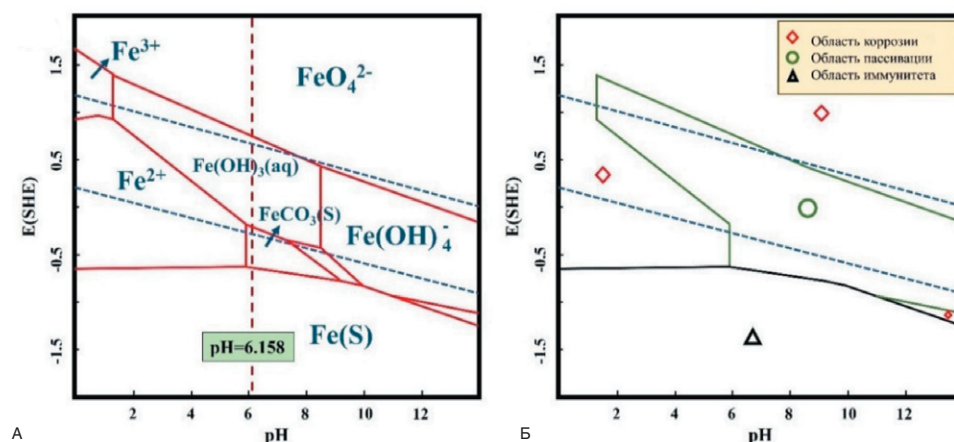


РИС. 9.

Моделированная OLI гидрохимическая диаграмма железа после экспозиции в пластовой воде, содержащей CO_2 : А – гидрохимическая диаграмма, Б – схематическая диаграмма

Прежде чем обсуждать общий процесс реакции, нам необходимо рассмотреть, как количественно оценить процесс роста FeCO_3 . Рост кристалла FeCO_3 зависит от скорости зародышеобразования и скорости роста. Однако во время процесса коррозии рост FeCO_3 контролируется относительно более медленной скоростью роста, а не скоростью зародышеобразования, и процесс роста связан с концентрацией Fe^{2+} и CO_3^{2-} на поверхности образца. Следовательно, мы можем использовать пересыщение S для представления процесса роста FeCO_3 [9], которое может быть рассчитано по формуле 8:

$$S = \frac{C_{\text{Fe}^{2+}} \times C_{\text{CO}_3^{2-}}}{K_{\text{sp}}} \quad (8)$$

где $C_{\text{Fe}^{2+}}$ and $C_{\text{CO}_3^{2-}}$ – концентрации ионов Fe^{2+} и CO_3^{2-} , (моль/л), and K_{sp} (моль²) – произведение растворимости FeCO_3 , являющееся функцией температуры и ионной силы [22].

На начальной стадии коррозии растворение и ионизация CO_2 высвобождают ионы H^+ , понижая pH у поверхности. Анодное растворение генерирует Fe^{2+} . Катодные реакции потребляют H^+ , повышая локальный pH и обогащая приповерхностный слой ионами HCO_3^- и CO_3^{2-} . Накопление Fe^{2+} и CO_3^{2-} выше предела растворимости ($S > 1$) запускает осаждение FeCO_3 . Когда S снижается до 1, рост FeCO_3 прекращается, но из-за градиентов концентрации в объеме раствора массоперенос продолжается, что приводит к локальному $S < 1$ и растворению пленки. В конечном итоге формируется стабильная пленка FeCO_3 . Для песочных фильтров равномерное коррозионное истончение снижает общую прочность, а локальная коррозия может вызвать перфорацию и отказ контроля песка. Кроме того, рыхлые отложения FeCO_3 и отслаивающиеся продукты могут смешиваться с песком,

засоряя щели фильтра и увеличивая перепад давления. Поэтому контроль скорости коррозии и морфологии продуктов является ключом к долговременной эффективной работе систем контроля песка.

Механизм ингибирования коррозии СТ2-20

Для лучшего понимания процесса адсорбции-десорбции молекул ингибитора коррозии на поверхности металла использовалась модель изотермы адсорбции Ленгмюра для обсуждения режима диффузии молекул ингибитора коррозии. Эта модель количественно определяет поверхностное покрытие θ как функцию концентрации ингибитора C (молярная), с параметрами адсорбции, определяемыми через линейную регрессию наклона и пересечения [40]. Модель изотермы адсорбции Ленгмюра показана в уравнении 9 [10].

$$\frac{C}{\theta} = \frac{n}{K_{\text{ads}}} + nC, \quad (9)$$

где K_{ads} – константа равновесия адсорбции-десорбции, и n может использоваться для прогнозирования количества молекул ингибитора, адсорбированных на каждом активном центре на поверхности металла [10, 20].

Расчет поверхностного покрытия молекулами θ (эффективности ингибирования коррозии) показан в формуле 10 [18].

$$\theta = \frac{CR - CR_1}{CR_0} \times 100\%, \quad (10)$$

где CR_0 – скорость равномерной коррозии без добавления ингибитора коррозии (мм/год), а CR_1 – скорость равномерной коррозии с добавлением ингибитора коррозии (мм/год).

Изотерма адсорбции Ленгмюра была аппроксимирована к экспериментальным данным, как пока-

зано на рис. 10. При $n = 1$ линейная аппроксимация давала наклон 1,097 (близкий к единице), подтверждающая монослойную адсорбцию СТ2-20 и подтверждающая применимость модели Ленгмюра. При $n = 2$ или 3 значение наклона линейной регрессии меньше 1 указывает на отсутствие механизма связывания нескольких ингибиторов на индивидуальных активных центрах. Это наблюдение исключает возможность многоцентровой адсорбции и согласуется с предположением о монослойном покрытии модели адсорбции Ленгмюра. Пересечение при $n = 1$ составляло

$$2,03 \times 10^{-5} \text{ M} \left(K_{ads} = \frac{1}{2,03 \times 10^{-5}} = 4,9261 \times 10^4 \right).$$

Энергия адсорбции Гиббса $\Delta G_{ads} = -RT(55,5K_{ads})$ [23], где R – универсальная газовая постоянная (Дж/(моль·К)), и T – абсолютная температура (К).

Рассчитанное $\Delta G_{ads} = -49,68$ кДж/(моль·К) < -40 кДж/(моль·К) подтвердило спонтанную хемосорбцию СТ2-20 [3, 8, 10, 17].

Этот механизм включает связывание отдельных молекул СТ2-20 с индивидуальными активными центрами, подавляя анодное растворение и блокируя транспорт коррозионных ионов. При 20 ppm частичное покрытие оставляет открытые центры, что дает эффективность 47,37%. Почти полное покрытие при 1000 ppm обеспечивает эффективность 89,47%. Адсорбция снижает локальное пересыщение ($S < 1$), предотвращая зародышеобразование и рост FeCO_3 , что согласуется с отсутствием продуктов коррозии на СЭМ и РФА. Формирование плотной защитной пленки путем монослойной адсорбции имеет положи-

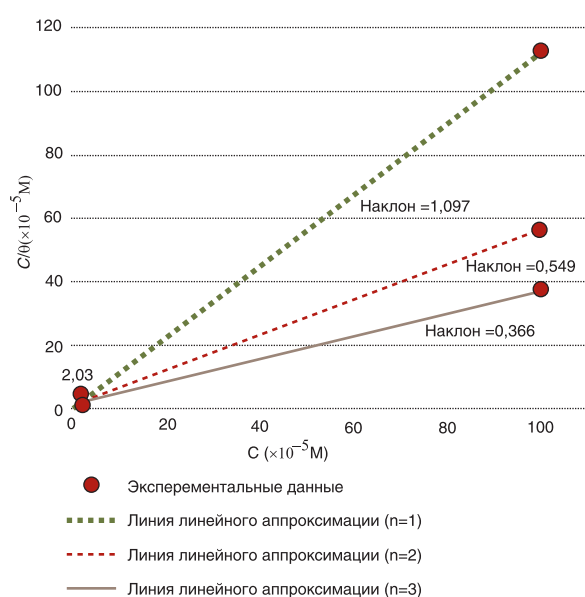


Рис. 10.

Изотермы адсорбции Ленгмюра для ингибитора СТ2-20 на стали N80 после экспозиции в пластовой воде, содержащей CO_2

ВАН ЦЗЮНЬСЯН, Е.С. ЮШИН,
ЯН ЮЙМИН, ЧУ ЦЗЮНЬ, ЕФЕНДИ ИВАН
МЕХАНИЗМ ИНГИБИРОВАНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛИ
ПЕСОЧНЫХ ФИЛЬТРОВ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
И ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫХ CO_2 -СРЕДАХ НОВЫМ
ИНГИБИТОРОМ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ
АММОНИЕВОЙ СОЛИ СТ2-20

тельное значение для защиты фильтров: она образует относительно однородный слой на сложной геометрии фильтра, менее склонна к отслаиванию, чем толстые слои продуктов, и избегает вторичных проблем засорения. Результаты показывают, что добавлением 1000 ppm СТ2-20 недорогая сталь N80 достигает коррозионной стойкости, близкой к высококачественной стали 13Cr. Это предлагает новый технический вариант для песочных фильтров при проектировании заканчивания скважин: комбинированная стратегия «углеродистая или низколегированная сталь фильтра + эффективный ингибитор коррозии» вместо дорогостоящего решения из коррозионно стойкого сплава.

ВЫВОДЫ

В агрессивной среде (130°C , $P_{\text{CO}_2} = 1,21$ МПа) сталь N80 подвергается интенсивной коррозии со скоростью 0,171 мм/год и образованием рыхлого слоя FeCO_3 . Сталь 3Cr корродирует медленнее (0,082 мм/год), но ее защитная пленка недостаточно стабильна. Сталь 13Cr проявляет высокую стойкость (0,017 мм/год) и может обеспечить длительную работу фильтра без дополнительной защиты.

Ингибитор СТ2-20 хемосорбируется на стали N80 по механизму Ленгмюра с образованием мономолекулярного слоя ($\Delta G_{ads} = -49,68$ кДж/моль). Эффективность ингибирования возрастает с концентрацией: при 20 ppm – 47,37%, при 1000 ppm – 89,47%. При 1000 ppm продукты коррозии (FeCO_3) полностью отсутствуют, что исключает риск засорения фильтра отслаивающимися отложениями.

Применение СТ2-20 в концентрации 1000 ppm позволяет использовать сталь N80 в условиях, где ранее требовалась сталь 13Cr, обеспечивая сопоставимую коррозионную стойкость. Это дает возможность применения экономически эффективной комбинации «недорогая сталь + ингибитор» для систем контроля песка в высокотемпературных высоконапряженных CO_2 -средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. ABAYARATHNA D., NARAGHI A., OBEYESEKERE N. Inhibition of corrosion of carbon steel in the presence of CO_2 , H_2S and S // NACE CORROSION. 2003. Paper 03319.
2. ASTM G1-03. Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens. 2017.
3. BADR G.E. The role of some thiosemicarbazide derivatives as corrosion inhibitors for C-steel in acidic media // Corrosion Science. 2009. Vol. 51. N 11. P. 2529–2536.
4. BONIS M. Managing the corrosion impact of dense phase CO_2 injection for an EOR purpose // Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. SPE, 2012. SPE-160969-MS.
5. CHOI Y.S., YOUNG D., NEŠIĆ S. Effect of impurities

- on the corrosion behavior of carbon steel in supercritical CO₂-water environments // *Corrosion*. 2010. Vol. 66, N 12. P. 125005.
6. **CHOI Y.S., NEŠIĆ S., JUNG H.G.** Effect of alloying elements on the corrosion behavior of carbon steel in CO₂ environments // *Nace corrosion*. 2018. Paper 11142.
 7. **CROSSLAND A., WOOLLAM R., VERA J. ET AL.** Corrosion inhibitor efficiency limits and key factors // *NACE CORROSION*. 2011. Paper 11265.
 8. **ELEWADY G.Y., EL-SAID I.A., FOUDA A.S.** Anion surfactants as corrosion inhibitors for aluminum dissolution in HCl solutions // *International Journal of Electrochemical Science*. 2008. Vol. 3. N 2. P. 177–190.
 9. **GAO M., PANG X., GAO K.** The growth mechanism of CO₂ corrosion product films // *Corrosion Science*. 2011. Vol. 53. N 2. P. 557–568.
 10. **ITUEN E., AKARANTA O., JAMES A.** Evaluation of performance of corrosion inhibitors using adsorption isotherm models: an overview // *American Chemical Science Journal*. 2017. Vol. 18. N 1. P. 1–34.
 11. **JAAL R.A., ISMAIL M.C., ARIWAHJOEDI B.** A review of CO₂ corrosion inhibition by imidazoline-based inhibitor // *MATEC Web of Conferences*. 2014. Vol. 13. P. 04013.
 12. **JENKINS A.** Performance of high-temperature, biodegradable corrosion inhibitors // *NACE CORROSION*. 2011. Paper 11267.
 13. **KADHIM M.G., ALI M.T.** A critical review on corrosion and its prevention in the oilfield equipment // *Journal of Petroleum Research Studies*. 2017. Vol. 7. N 2. P. 162–189.
 14. **KAHYARIAN A., BROWN B., NEŠIĆ S.** Mechanism of CO₂ corrosion of mild steel: A new narrative // *Nace corrosion*. 2018. Paper 11523.
 15. **OBOT I.B., ONYEACHU I.B., UMOREN S.A. ET AL.** High temperature sweet corrosion and inhibition in the oil and gas industry: Progress, challenges and future perspectives // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2020. Vol. 185. P. 106469.
 16. **ODDO J.E., TOMSON M.B.** Simplified calculation of CaCO₃ saturation at high temperatures and pressures in brine solutions // *Journal of Petroleum Technology*. 1982. Vol. 34. N 7. P. 1583–1590.
 17. **OGUZIE E.E.** Corrosion inhibition of aluminium in acidic and alkaline media by *Sansevieria trifasciata* extract // *Corrosion Science*. 2007. Vol. 49. N 3. P. 1527–1539.
 18. **OLIVO J.D., BROWN B., NEŠIĆ S.** Modeling of corrosion mechanisms in the presence of quaternary ammonium chloride and imidazoline corrosion inhibitors // *Nace corrosion*. 2016. Paper 7397.
 19. **PALMER D.A., VAN ELDIK R.** The chemistry of metal carbonato and carbon dioxide complexes // *Chemical Reviews*. 1983. Vol. 83. N 6. P. 651–731.
 20. **SHABAN S.M., AIAD I., EL-SUKKARY M.M. ET AL.** Inhibition of mild steel corrosion in acidic medium by vanillin cationic surfactants // *Journal of Molecular Liquids*. 2015. Vol. 203. P. 20–28.
 21. **SUN C., LI J., SHUANG S. ET AL.** Effect of defect on corrosion behavior of electroless Ni-P coating in CO₂-saturated NaCl solution // *Corrosion Science*. 2018. Vol. 134. P. 23–37.
 22. **SUN W., NEŠIĆ S., WOOLLAM R.C.** The effect of temperature and ionic strength on iron carbonate (FeCO₃) solubility limit // *Corrosion Science*. 2009. Vol. 51. N 6. P. 1273–1276.
 23. **TANSUĞ G., TÜKEN T., KICIR N. ET AL.** Investigation of 2-aminoethanethiol as corrosion inhibitor for steel using response surface methodology (RSM) // *Ionics*. 2014. Vol. 20. P. 287–294.
 24. **WEI L., GAO K.** Understanding the general and localized corrosion mechanisms of Cr-containing steels in supercritical CO₂-saturated aqueous environments // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. Vol. 792. P. 328–340.
 25. **XIU-QING X., JIAN M., ZHEN-QUAN B. ET AL.** The corrosion behavior of electroless Ni-P coating in Cl⁻/H₂S environment // *Applied Surface Science*. 2012. Vol. 258. N 22. P. 8802–8806.
 26. **ZHANG Q., ZHANG C., ZHANG Z. ET AL.** Galvanic corrosion behavior of dissimilar casing steels in high sulfur-containing gas wells // *Engineering Failure Analysis*. 2020. Vol. 108. P. 104320.

REFERENCES

1. **ABAYARATHNA D., NARAGHI A., OBEYESEKERE N.** Inhibition of corrosion of carbon steel in the presence of CO₂, H₂S and S. *Nace corrosion*. 2003:03319.
2. **ASTM G1-03.** Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens. 2017.
3. **BADR G.E.** The role of some thiosemicarbazide derivatives as corrosion inhibitors for C-steel in acidic media. *Corrosion Science*. 2009;51;(11):2529–2536.
4. **BONIS M.** Managing the corrosion impact of dense phase CO₂ injection for an EOR purpose. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. SPE, 2012. SPE-160969-MS.
5. **CHOI Y.S., YOUNG D., NEŠIĆ S.** Effect of impurities on the corrosion behavior of carbon steel in supercritical CO₂-water environments. *Corrosion*. 2010;66;(12):125005.
6. **CHOI Y.S., NEŠIĆ S., JUNG H.G.** Effect of alloying elements on the corrosion behavior of carbon steel in CO₂ environments. *Nace corrosion*. 2018:11142.
7. **CROSSLAND A., WOOLLAM R., VERA J. ET AL.** Corrosion inhibitor efficiency limits and key factors. *Nace corrosion*. 2011:11265.
8. **ELEWADY G.Y., EL-SAID I.A., FOUDA A.S.** Anion surfactants as corrosion inhibitors for aluminum dissolution in HCl solutions. *International Journal of*

- Electrochemical Science*. 2008;3;(2):177–190.
9. GAO M., PANG X., GAO K. The growth mechanism of CO₂ corrosion product films. *Corrosion Science*. 2011;53;(2):557–568.
 10. ITUEN E., AKARANTA O., JAMES A. Evaluation of performance of corrosion inhibitors using adsorption isotherm models: an overview. *American Chemical Science Journal*. 2017;18;(1):1–34.
 11. JAAL R.A., ISMAIL M.C., ARIWAHJOEDI B. A review of CO₂ corrosion inhibition by imidazoline-based inhibitor. *Matec Web of Conferences*. 2014;13:04013.
 12. JENKINS A. Performance of high-temperature, biodegradable corrosion inhibitors. *Nace corrosion*. 2011:11267.
 13. KADHIM M.G., ALI M.T. A critical review on corrosion and its prevention in the oilfield equipment. *Journal of Petroleum Research Studies*. 2017;7;(2):162–189.
 14. KAHYARIAN A., BROWN B., NEŠIĆ S. Mechanism of CO₂ corrosion of mild steel: A new narrative. *Nace corrosion*. 2018:11523.
 15. OBOT I.B., ONYEACHU I.B., UMOREN S.A. ET AL. High temperature sweet corrosion and inhibition in the oil and gas industry: Progress, challenges and future perspectives. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2020;185:106469.
 16. ODDO J.E., TOMSON M.B. Simplified calculation of CaCO₃ saturation at high temperatures and pressures in brine solutions. *Journal of Petroleum Technology*. 1982;34;(7):1583–1590.
 17. OGUZIE E.E. Corrosion inhibition of aluminium in acidic and alkaline media by Sansevieria trifasciata extract. *Corrosion Science*. 2007;49;(3):1527–1539.
 18. OLIVO J.D., BROWN B., NEŠIĆ S. Modeling of corrosion mechanisms in the presence of quaternary ammonium chloride and imidazoline corrosion inhibitors. *Nace corrosion*. 2016:7397.
 19. PALMER D.A., VAN ELDIK R. The chemistry of metal carbonate and carbon dioxide complexes. *Chemical Reviews*. 1983;83;(6):651–731.
 20. SHABAN S.M., AIAD I., EL-SUKKARY M.M. ET AL. Inhibition of mild steel corrosion in acidic medium by vanillin cationic surfactants. *Journal of Molecular Liquids*. 2015;203:20–28.
 21. SUN C., LI J., SHUANG S. ET AL. Effect of defect on corrosion behavior of electroless Ni-P coating in CO₂-saturated NaCl solution. *Corrosion Science*. 2018;134:23–37.
 22. SUN W., NEŠIĆ S., WOOLLAM R.C. The effect of temperature and ionic strength on iron carbonate (FeCO₃) solubility limit. *Corrosion Science*. 2009;51;(6):1273–1276.
 23. TANSUĞ G., TÜKEN T., KICIR N. ET AL. Investigation of 2-aminoethanethiol as corrosion inhibitor for steel using response surface methodology (RSM). *Ionics*. 2014;20:287–294.
 24. WEI L., GAO K. Understanding the general and localized corrosion mechanisms of Cr-containing steels in supercritical CO₂-saturated aqueous environments. *Journal of Alloys and Compounds*. 2019;792:328–340.
 25. XIU-QING X., JIAN M., ZHEN-QUAN B. ET AL. The corrosion behavior of electroless Ni-P coating in Cl⁻/H₂S environment. *Applied Surface Science*. 2012;258;(22):8802–8806.
 26. ZHANG Q., ZHANG C., ZHANG Z. ET AL. Galvanic corrosion behavior of dissimilar casing steels in high sulfur-containing gas wells. *Engineering Failure Analysis*. 2020;108:104320.

Ван Цзюньсян,

аспирант Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы

✉ 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6,
117198, 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, Russia,
e-mail: 1042218149@pfur.ru

Юшин Евгений Сергеевич,

к.т.н., доцент Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы

✉ 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6,
117198, 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, Russia,
e-mail: yushin-es@rudn.ru

Ян Юймин,

аспирант Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы

✉ 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6,
117198, 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, Russia,
e-mail: 1042218150@pfur.ru

Чу Цзюнь,

аспирант Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (МГРИ) и Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

✉ 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23,
117997, 23 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, Russia*
e-mail: vladimirchujun@yandex.ru

Ефенди Иван,

аспирант Китайского нефтяного университета

✉ 102249, Пекин, район Чанпин, ул. Фусюэ, д. 18,
102249, 18 Fuxue Road, Changping District, Beijing, China
e-mail: Ivan.efndi@gmail.com

УДК 321

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-101-114

Научная статья

EDN: YCINBY

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ

Р.П. Кошкин¹, К.К. Колин²¹ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ «СОКОЛ», МОСКВА, РФ² ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР «ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ»
РАН, МОСКВА, РФ

Рассматриваются проблемы технологического суверенитета России в условиях современной геополитической ситуации и задачи по ее научно-методологическому обеспечению. Показано, что эта проблема имеет стратегическую значимость для государственного суверенитета и национальной безопасности. В условиях развития современной научно-технологической революции многие страны переходят к инновационной стратегии своего развития на базе высоких технологий и методов искусственного интеллекта. Эта тенденция является доминирующей в передовых странах, и она, безусловно, сохранится в долгосрочной перспективе. Поэтому нашей стране также необходимо следовать этой тенденции, используя отечественный и передовой зарубежный опыт. Показаны пути решения этой проблемы, а также научно-методологический потенциал РАН для ее решения.

Ключевые слова: высокие технологии, искусственный интеллект, национальная безопасность, научно-методологический потенциал, технологический суверенитет

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОПОЛИТИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

В настоящее время наиболее важные геополитические события происходят в Европе, где они сосредоточены вокруг динамики специальной военной операции России на Украине. Опыт ее проведения показал, что использование технологических достижений существенным образом изменяет ход военных действий. Поэтому технологический потенциал страны становится тем ключевым фактором, который в XXI веке будет определять не только уровень и качество жизни населения, но и положение этой страны в мировом сообществе, ее конкурентоспособность и национальную безопасность [15].

© Р.П. Кошкин, К.К. Колин
Поступила в редакцию 16.02.2026

Original article

THE PROBLEM OF ENSURING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY OF RUSSIA

R.P. Koshkin¹, K.K. Kolin²¹ ANALYTICAL CENTER FOR STRATEGIC
RESEARCH "SOKOL", MOSCOW, RF² FEDERAL RESEARCH CENTER "COMPUTER
SCIENCE AND CONTROL" OF THE RUSSIAN
ACADEMY OF SCIENCES, MOSCOW, RF

The article considers the problem of technological sovereignty of Russia in the context of the modern geopolitical situation and the tasks for its scientific and methodological support. It is shown that this problem is of strategic importance for the state sovereignty and national security of the country. In the context of the development of the modern scientific and technological revolution, many countries are moving towards an innovative development strategy based on high technologies and artificial intelligence methods. This trend is dominant in advanced countries and it will certainly continue in the long term. Therefore, our country also needs to follow this trend, using domestic and advanced foreign experience. The ways of solving this problem are shown, as well as the scientific and methodological potential of the Russian Academy of Natural Sciences for its solution.

KEY WORDS: high technologies, artificial intelligence, national security, scientific and methodological potential, technological sovereignty

Взвешенная геополитика России, новые инициативы президента США Дональда Трампа по разрешению кризиса на Украине, а также укрепление кооперации стран БРИКС вселяют надежду на то, что человечеству удастся избежать новой мировой войны с применением ядерного оружия. Однако не следует забывать, что есть и другие глобальные вызовы и угрозы, которые требуют адекватной реакции в ближайшие годы. И эта реакция предполагает принципиально новый подход к проблематике дальнейшего технологического развития мировой цивилизации.

МИР ВСТУПАЕТ В ЭПОХУ ИННОВАЦИЙ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Завершилась первая четверть XXI века. Она поставила человечество перед проблемой выбора стратегии

дальнейшего развития. Этот выбор уже понятен, и ему нет альтернативы. Он заключается в переходе к новой парадигме развития мировой цивилизации с целью сохранения жизненно важных экосистем и человечества как биологического вида на нашей планете.

Этот переход уже начался в экономически развитых странах, где приняты и практически реализуются национальные программы перехода к шестому технологическому укладу. Его отличительной особенностью является создание и все более широкое внедрение инноваций и высоких технологий в различных сферах жизнедеятельности. Наиболее важное требование к этим технологиям состоит в том, что они не должны разрушать жизненно важные экосистемы нашей планеты. Исследования показали, что этому требованию в наибольшей степени отвечают так называемые природоподобные технологии. При их создании должны учитываться основные закономерности существования природных систем, а сами эти технологии могут быть гибридными и включать в себя некоторые компоненты живой природы, в том числе бактерии и вирусы.

Таким образом, можно прогнозировать, что весь дальнейший период развития мировой цивилизации в XXI веке будет представлять собой попытку экономически развитых стран преодолеть системный кризис развития цивилизации за счет широкого использования новых знаний и технологий, включая методы и средства искусственного интеллекта (ИИ).

Столь сложная, масштабная и стратегически важная задача еще никогда ранее не стояла перед человечеством. Ее решение требует мобилизации интеллектуальных ресурсов всех стран мирового сообщества, их совместных скоординированных и эффективных действий по противодействию общим вызовам и угрозам, которые быстро нарастают. Перед лицом этих вызовов и угроз все современные геополитические, экономические и другие противоречия должны быть решительно отодвинуты на второй план. Ведь речь идет о проблеме сохранения жизни на нашей планете.

Прогнозные исследования показывают, что при дальнейшем сохранении современной парадигмы развития цивилизации глобальный экологический кризис может наступить уже в середине XXI века [13]. Он распространится на все страны и регионы и никакой национальный сепаратизм здесь не поможет.

О том, что эта угроза реальна, свидетельствуют те изменения глобального климата, которые в последние годы все более часто проявляют себя в различных регионах планеты. Научные наблюдения свидетельствуют об очень опасных нарушениях природных процессов в мировом океане, а также о повышении концентрации углекислого газа в атмосфере, так как растительность не успевает его поглощать в необходимом для равновесия объеме. Это очень важный признак нарушения гомеостаза планеты, адекватного противодействия

которому пока не найдено. Глобальное потепление продолжается, и это – общемировая угроза.

ПАРТНЕРСТВО ЦИВИЛИЗАЦИЙ: ВМЕСТО ПРОТИВОБОРСТВА – ПУТЬ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГЛОБАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Термин “партнерство цивилизаций” для обозначения процессов взаимодействия различных цивилизаций в интересах решения общих проблем предложил использовать доктор экономических наук Ю.В. Яковец. Он является известным специалистом в области теории развития цивилизаций и ведет исследования в этой области уже более 30 лет [21]. Эти исследования показали, что главным препятствием на пути к партнерству цивилизаций является не экономическая конкуренция и не политические противоречия между странами современного мира, а мировоззрение элиты стран Запада, которая такого партнерства не желает в принципе.

Характерными чертами ментальности этой элиты является высокомерное отношение к представителям других культур, агрессивность и воинственность. Данные черты западная элита унаследовала от Римской империи, в свое время покорившей многие народы, которые она называла «варварами», широко используя рабский труд взятых в плен представителей этих народов. Презрительное отношение к рабам в Римской империи доходило до того, что римские женщины не стеснялись полностью обнажаться в их присутствии, потому что они не считали своих рабов за людей.

Римская империя создала великую европейскую культуру, достижениями которой в области архитектуры и искусства мы восхищаемся до сих пор. Однако почему же эта империя так бесславно погибла после очередного нашествия варваров? Ведь когда они окружили Рим, никто не вышел на его защиту!

Причина этого хорошо известна, и заключается она в моральном разложении римского общества, где физический труд перестал быть достойным занятием, патриции погрязли в пирах и оргиях, а у плебеев главным стало требование: “Хлеба и зрелищ!”

Все то же самое, но только на новом технологическом уровне, мы наблюдаем сегодня в Великобритании, Франции и других странах Запада, где идет процесс маргинализации культуры, разрушаются базовые ценности традиционной семьи и процветают эгоизм, потребительство и культ свободы, не ограниченной моральными нормами. Даже ценности христианской религии там далеко не в почете. Как видим, история повторяется, и финал ее предопределен. Он будет таким же, как и у Римской империи.

Однако какие выводы из этого анализа можно сделать для современной России? Нам представляется, что они должны быть следующими:

1. Надежды ряда представителей нашей интеллектуальной элиты и политических лидеров на равно-

правное сотрудничество со странами Запада были ошибочными. Такого партнерства в истории нашей страны никогда не было и не будет в ближайшем будущем. Возможны лишь взаимно выгодные экономические связи и коммерческие проекты. Напомним, что такие наши союзники во Второй мировой войне, как США, Великобритания и Франция, сразу же после ее окончания стали нашими геополитическими противниками. Мало того, они неоднократно планировали применение атомного оружия по нашей стране, и только создание ракетно-ядерного щита России удерживало их от нанесения этих ударов.

2. Современное противостояние стран Востока и Запада имеет в своей основе не экономические и геополитические противоречия, а причины цивилизационного характера. Россия для Запада – это, прежде всего, идеологический противник, носитель принципиально иной системы базовых ценностей, с которым компромисса быть не может.

3. Санкционное давление на Россию со стороны стран Запада будет продолжено и в будущем, после завершения СВО на Украине. Мало того, следует ожидать, что это давление будет усилено, а его фокус будет направлен, главным образом, на сферу культуры, науки, технологий и образования нашей страны, чтобы ослабить ее изнутри, снизить уровень научно-технологического и культурного развития нашего народа.

4. Для решения проблемы партнерства цивилизаций нашей стране нужно более активно укреплять свои научно-технологические связи со странами Востока, которые уже сегодня являются нашими геополитическими союзниками, а также с теми странами Восточной Европы, Азии, Южной Америки и Африки, которые еще не сделали свой выбор и ожидают результатов завершения СВО. В рамках кооперации стран БРИКС и ШОС пора переходить от расширения торговых связей к реализации крупных совместных проектов в области высоких технологий.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Экономика России переживает сложный период своего развития. Академик РАН Абел Аганбегян, давая оценку современной экономической ситуации в России [18], отметил, что в нашей стране наблюдается период затяжной стагнации экономики на фоне быстрого экономического развития ряда других стран и, прежде всего, Китая. Так, с 1991 г. экономика России выросла на 33%, а в США и Европе – в 2 раза, в Индии – в 8 раз, в Китае – в 13 раз.

Главную причину А. Аганбегян видит в технологическом отставании России от лидеров экономического развития. Положение страны в мире сегодня определяет экономика знаний, основанная на использовании инноваций и высоких технологий.

Масштабы этой проблемы наглядно характеризует сравнение уровня роботизации общественного производства в России и передовых странах. В 2024 г. количество промышленных роботов в нашей стране возросло на 12% и составило 14,8 тыс. В Китае их более 2 млн, а в Японии – 500 тыс.

Показатель “плотности роботизации” в мире составляет 162 робота на 10 тыс. работников. Лидерами являются Южная Корея (1012 роботов), Сингапур (770), Китай (470), Германия (415) и Япония (397).

Для России этот показатель сегодня равен 20. Согласно планам нашего Правительства, в 2026 г. он должен вырасти в два раза, а к 2030 г. – увеличиться до 145. Таким образом, даже в 2030 г. мы будем отставать от Южной Кореи в 7 раз. Обусловлено это недостаточными объемами финансирования, которые выделяются на реализацию национального проекта “Средства производства и автоматизации” [17]. Нужно отметить, что в области роботизации производства появилась новая и принципиально важная тенденция. Она связана с появлением комплексных роботов – коботов. Это программируемые на рабочем месте многофункциональные роботы, способные выполнять несколько различных функций. Их появление открывает широкие возможности для применения робототехники на малых предприятиях, где производство является малосерийным, а номенклатура изделий быстро меняется.

Такие роботы уже успешно применяются для автоматизации процессов отбраковки продукции сельского хозяйства, и делают это они гораздо лучше людей.

Применение программируемых роботов может существенно повысить производительность труда как в общественном производстве, так и на предприятиях ОПК. Однако для этого нужна адекватная подготовка специалистов, которую новая стратегия развития образования не предусматривает. Наши образовательные министерства, а также Российская академия образования находятся далеко в стороне от этой проблематики, и за последние годы новых идей в области инженерного образования они не предложили. Это свидетельствует о необходимости централизации государственного управления научно-технологическим развитием страны.

В текстовой Стратегии научно-технологического развития России указано, что с 2022 г. наша страна переходит к мобилизационной стратегии развития. Оборонно-промышленный комплекс уже работает в этом режиме, и его результаты стали основой наших успехов в боевых действиях на Украине. Однако в гражданском секторе экономики России такой стратегии пока не наблюдается. А она нужна.

По мнению академика А. Аганбегяна, есть еще одна причина нашего отставания в экономическом развитии. Она связана с тем, что плановая система экономики разрушена, а конкурентная рыночная экономика

не создана. В то же время нашей стране сегодня необходим устойчивый экономический рост. Он должен быть основан на принципах научно-технологического и инновационного развития. Годовые темпы роста экономики должны составлять не 2%, а значительно больше. Иначе Россия не сможет сократить отставание от передовых стран, которое влияет и на развитие нашего военного потенциала.

Таким образом, нашей стране нужны серьезные экономические реформы для обеспечения национальной безопасности и решения задач социально-экономического развития. Использование новых информационных технологий здесь может оказаться очень своевременным и эффективным. Так, в России уже создана Система распределенных центров для управления социально-экономическими процессами [4]. Создаются также и новые методы мониторинга и семантической обработки больших данных с использованием искусственного интеллекта. Эти средства имеются уже сегодня, но на должном уровне в экономике еще не используются.

А причина этого все та же – не готовы необходимые кадры специалистов и руководителей организационных структур и проектов [5]. Мало того, эксперты прогнозируют, что в ближайшие годы ситуация в этой области будет ухудшаться. Дефицит специалистов, необходимых для технологического развития нашей страны, сегодня очень велик и представляет собой один из глобальных вызовов для национальной безопасности.

КАДРЫ СНОВА РЕШАЮТ ВСЕ

Социологические исследования показывают, что в последние годы общая численность постоянного населения нашей страны продолжает неуклонно сокращаться. В 2023 г. естественная убыль населения России составила 500 тыс. человек, а, по демографическим прогнозам Росстата, к началу 2030 г. она сократится еще на 2,9 млн человек [16]. При этом численность трудоспособного населения страны составит 87,3 млн человек. Это создаст серьезные трудности в решении задач общественного производства, а также в строительной отрасли.

Кроме того, поставленные Президентом России задачи по освоению Дальнего Востока и Арктической зоны страны также требуют притока и закрепления в этих регионах необходимых специалистов, а там население, наоборот, сокращается, несмотря на принимаемые правительством страны меры противодействия этому процессу.

Как может развитие технологий содействовать решению кадровых проблем развития экономики? Нам представляется, что здесь необходимо действовать по следующим основным направлениям:

1. Необходимо пересмотреть сложившийся подход к решению проблем кадрового обеспечения экономики. Магистральное направление здесь состоит

в том, чтобы планомерно и настойчиво снижать потребность в трудовых ресурсах за счет роста производительности труда на основе использования новых технологий и внедрения передовых инновационных методов организации производства.

2. Существенным образом расширить практику предоставления необходимым специалистам качественного муниципального и ведомственного жилья в аренду с гарантией ее сохранения на весь период их занятости.

3. В национальный проект “Производительность труда” добавить разделы: “Развитие отечественного производства технических средств повышения производительности труда” и “Создание системы Центров научной организации труда”.

4. На системном уровне организовать подготовку и переподготовку кадров для решения приоритетных задач научно-технологического развития страны, включая переподготовку педагогического персонала вузов. При этом особое внимание должно быть уделено информационным аспектам содержания образования и методам искусственного интеллекта [12].

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

Информатизация общества с использованием методов искусственного интеллекта существенно изменяет структуру занятости населения. Так, например, компания “Сбер”, которая активно разрабатывает и внедряет эти методы, планирует в 2026 г. сократить штатную численность на 20%. При этом, спрос рынка труда в России на специалистов, владеющих IT-инструментами, быстро растет. По заявлению вице-премьера Дмитрия Григоренко, нашей стране до 2030 г. потребуется порядка 600 тыс. таких специалистов.

Для обеспечения суверенитета и национальной безопасности России, необходим качественно новый уровень развития системы образования, содержание которого должно опережать текущую проблематику. При этом образование вновь должно стать социальным благом, а не коммерческой услугой, как это существует сегодня.

Результаты наших исследований в этой области, которые содержат конкретные предложения о необходимых мероприятиях, опубликованы и обсуждались на научных конференциях [12]. Одним из таких мероприятий могло бы стать проведение в нашей стране в 2026 г. конференции стран БРИКС на тему: “Проектирование будущего: Информационные науки и образование”.

ПРОБЛЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАЗАВИСИМОСТИ РОССИИ

Санкционное давление стран Запада на Россию в настоящее время является очень высоким и, по имею-

щимся прогнозам, оно сохранится в среднесрочной перспективе, даже после завершения СВО на Украине. Это серьезный вызов для нашей страны, который необходимо учитывать в стратегии ее развития. Он требует обеспечения технологического суверенитета России, который является одним из необходимых условий государственного суверенитета.

В Концепции технологического развития России до 2030 г. содержание термина “технологический суверенитет” определено как “наличие в стране (под национальным контролем) критических и сквозных технологий собственных линий разработки и условий производства продукции на их основе, обеспечивающих устойчивую возможность государства и общества достигать собственные национальные цели и реализовывать национальные интересы”.

Решение этой проблемы осуществляется по двум направлениям:

- разрабатываются и внедряются российские технологии (импортозамещение);
- необходимые технологии приобретаются у нейтральных стран (параллельный импорт).

В настоящее время существует высокая зависимость России от импорта в области информационных технологий. По данным Агентства CNA (CNews Analytics), российские компании сейчас используют ИТ-инфраструктуру, которая на 75% состоит из зарубежных разработок. При этом доля иностранного программного обеспечения на критически важных объектах составляет от 30 до 40% [5].

Достаточно острой является проблема импортозамещения в области гражданской авиации, фармацевтической индустрии, а также в области обеспечения семенами некоторых сельскохозяйственных культур. Так, по данным Минсельхоза России, доля отечественных семян на рынке составляла 67,6%. А согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ к 2030 г. она должна быть не ниже 75%.

Продовольственная безопасность – серьезная проблема, которой должно уделяться особое внимание руководства страны. Хорошим примером здесь может служить Беларусь. Свою продовольственную безопасность она обеспечила еще 20 лет назад и, кроме того, сегодня успешно поставляет на российский рынок продовольственные товары высокого качества. А ведь в этой стране нет черноземов – сплошь леса и болота.

Экономические санкции стран Запада против России сыграли для нее и положительную роль, став мощным стимулом для развития собственного производства и создания необходимых для этого технологий. После ухода из России ряда зарубежных компаний, возможности для отечественных разработок получить практическое применение увеличились. Теперь главное – повысить их качество и конкурентоспособность для продвижения в экономическое про-

странство Союзного государства России и Беларуси, а также стран БРИКС.

Необходимо понимать, что технологический суверенитет страны – это фактор ее национальной безопасности, экономического роста и социальной стабильности.

ФАКТОРЫ ТОРМОЖЕНИЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ

Эти вопросы достаточно подробно рассмотрены в Стратегии научно-технологического развития РФ. В ней в качестве наиболее значимых внешних факторов указаны следующие:

- высокая зависимость экономики России от импорта в ряде критически важных областей промышленности: авиация, машиностроение, робототехника, элементная база и программное обеспечение средств информатики, автоматики и телекоммуникаций;
- недостаточная кооперация в исследованиях и разработках с Беларусью и странами БРИКС, а также в совместной подготовке кадров в области высоких технологий и внедрения инноваций;
- санкционное давление на Россию и исключение ее представителей из участия в ряде международных проектов по созданию высоких технологий, а также в важных научно-технологических форумах в странах Запада.

Имеются также и существенные внутренние негативные факторы:

- несогласованность приоритетов научно-технологического развития, отсутствие эффективных инструментов для ее поддержки на национальном, отраслевом и корпоративном уровнях;
- низкая восприимчивость экономики к технологическим инновациям, ее слабое взаимодействие с сектором научных исследований и разработок, разомкнутость цикла НИР-ОКР-внедрение инноваций;
- концентрация научно-технического и образовательного потенциала в ограниченном количестве регионов нашей страны;
- следование глобальным технологическим трендам без комплексного учета текущих и перспективных запросов экономики России;
- несформированность аппарата квалифицированного заказчика, способного учитывать новые перспективные тенденции технологического развития и своевременно на них реагировать.

По мнению некоторых аналитиков, высокая концентрация крупного бизнеса в России наносит ущерб малому и среднему предпринимательству, обладающим большей адаптивностью к быстро изменяющейся экономической и технологической среде современной экономики. Здесь необходимо использовать передовой опыт тех стран, где созданы и эффективно работают механизмы государственной и корпоративной поддержки венчурных компаний.

Эксперты предлагают следующие принципы обеспечения технологической безопасности России [1]:

1. Технологический суверенитет должен являться неотъемлемой частью образа будущего России. И здесь очень важна роль средств массовой информации.

2. Формирование инновационной среды на всех уровнях управления должно стать основным императивом создания и реализации стратегии достижения технологической независимости.

3. Инновационные проекты опережающего развития должны стать основным инструментом достижения технологического суверенитета.

4. В развитии научного и промышленного потенциала страны основную роль должен сыграть высокий уровень фундаментальных и прикладных исследований.

5. Локализация производств импортозамещающей продукции должна осуществляться с учетом тех приоритетов регионального развития, которые определяют технологический суверенитет России.

6. Технологический суверенитет и рост критических технологий в приоритетных отраслях и регионах должны стать одним из важнейших императивов международной деятельности России.

7. Государственное участие должно являться определяющим фактором системной координации фундаментальных и прикладных исследований, финансирования перспективных инновационных проектов и формирования государственного технологического заказа.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ) В НОВОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РОССИИ

Исследования и разработки в области ИИ в последние годы стремительно развиваются. Это – принципиально новый этап мировой научно-технологической революции. Более 30 государств мира сегодня реализуют национальные программы в этой области, которые щедро финансируются из бюджета и средств крупных структур бизнеса [11].

Мировыми лидерами в этой гонке являются Китай, США и Великобритания. Они вкладывают самые большие средства и уже добились серьезных результатов в стратегически значимых сферах использования средств и методов ИИ во многих сферах жизнедеятельности. Эксперты прогнозируют, что в среднесрочной перспективе это позволит им добиться технологического превосходства над другими странами как в экономической, так и в военной сфере.

Применение ИИ осуществляется и в военных целях. Оно идет по следующим основным направлениям:

- автономные дроны в воздушном, морском и наземном пространстве для разведки и ударного поражения целей противника;
- анализ большого объема данных космического, воздушного и радиолокационного наблюдения для выявления локализации и маневрирования войск противника;

– создание и применение умных боеприпасов, способных самостоятельно выбирать цели для атаки;

– кибероперации и информационная борьба в киберпространстве;

– интеллектуализация управления войсками на различных уровнях.

В период 2030–2040 гг. прогнозируются новые результаты применения ИИ в военных целях:

– создание автономных полевых заводов для изготовления запасных частей военной техники при помощи 3D-принтеров в зоне боевых действий;

– глубокая интеграция ИИ в системы ПВО и ПРО;

– массовый переход к использованию умных боеприпасов различного типа;

– широкое использование автономных роботов в зоне боевых действий.

УГРОЗЫ И ОПАСНОСТИ ИИ

– недостаточная безопасность данных внутри систем ИИ;

– повышение эффективности кибератак, включая создание новых компьютерных вирусов и организацию вирусных эпидемий;

– зашумление информационного пространства недостоверной и ложной информацией;

– сбор информации для управления массовым сознанием населения;

– недостаточная прозрачность рекомендаций систем ИИ;

– возможность потери управления в результате отказов системы управления, включая эскалацию крупных военных конфликтов.

Аналитики прогнозируют, что развитие средств и методов ИИ, а также их массовое использование во всех сферах жизнедеятельности может изменить окружающий мир до неузнаваемости. При этом, для человека возникнут новые беспрецедентные возможности, а также новые угрозы, о которых сегодня мы еще не знаем.

Некоторые из них уже проявляются, но еще недостаточно изучены и поэтому не получают адекватного противодействия. Одной из таких угроз является быстрая интеллектуальная деградация личности и общества. Она обусловлена передачей интеллектуальных функций системам ИИ. При этом, в первую очередь, деградирует фактографическая и процедурная память человека. Ведь многие необходимые данные он сможет получать из интеллектуальных сетей различного назначения. А в природе существует закон – все, что не используется, деградирует и отмирает.

В условиях нарастания экологических, климатических, ресурсных и других глобальных проблем современной цивилизации, интеллектуальная деградация человечества становится одной из самых опасных угроз для его будущего.

Здесь уместно привести следующий прогноз Александра Зиновьева, который он сделал в 2006 г. в монографии “Фактор понимания”: “Наиболее вероятный конец человечества – воинствующая глупость. Человечество погибнет от собственной глупости” [7]. Похоже прогноз сбывается, это подтверждает низкий интеллектуальный уровень многих политических лидеров стран Запада.

ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГИБРИДНОГО ОБЩЕСТВА ЛЮДЕЙ И РОБОТОВ

Уже сегодня возникает целый ряд правовых проблем в связи с началом испытаний и практическим использованием автомобильного беспилотного транспорта. В перспективе возникнут более серьезные проблемы, связанные с правовым статусом андроидов в гибридном обществе. Напомним, что андроид София получила статус гражданки Саудовской Аравии еще в 2012 г. И это стало началом процесса формирования гибридного общества, в котором вместе с людьми будут функционировать человекоподобные автономные роботы, обладающие достаточно высоким уровнем интеллекта и способностью к самообучению.

Способность систем ИИ к самообучению является их самым большим достоинством. Но это также и серьезная угроза для человечества. О ней нас предупреждал еще Стивен Хокинг – всемирно известный физик из Великобритании.

СОЗДАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ–КОМПЬЮТЕР–НОВАЯ УГРОЗА

Компания Илона Маска в США активно ведет работы по созданию биологического интерфейса компьютера с мозгом человека. Уже существуют два парализованных пациента, которые с помощью такого интерфейса создают тексты со скоростью 40 слов в минуту и даже могут играть в простые компьютерные игры.

В перспективе открывается опасная вероятность создания биологического супермозга с фантастическими возможностями. И нет никаких гарантий, что этот мозг не будет использован в опасных для людей целях. История человечества показала, что все свои лучшие технические достижения человек всегда использовал против других людей. В этом плане человеческая природа мало изменилась. И надеяться, что на этот раз все будет иначе, очень наивно.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИНИЦИАТИВЫ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ

Такие инициативы начали возникать в самое последнее время, когда становится все более понятным, что ИИ может стать опасным уже в ближайшей перспективе. Так, группа экспертов ООН в 2024 г. выступила с инициативой “нормативного моратория” на

применение автономных беспилотных авиационных систем в военных целях.

Группа инициаторов гражданского общества Stop Killer Robots собирает подписи для запрета так называемой алгоритмической войны, в которой будут применяться боевые роботы. Известны случаи, когда ударные дроны атаковали своих операторов, решив, что они мешают им выполнить свои задачи. Поэтому вполне возможно, что важнейшим международным договором в будущем станет не договор о ракетах, а своего рода публичная «этическая лицензия» на использование алгоритмов, методов и средств ИИ.

НОВЫЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

В последние годы в России и за рубежом началось формирование ряда отраслей экономики, основанных на использовании высоких технологий. Изучение их использования в интересах социально-экономического развития, обороны и безопасности нашей страны является актуальной и стратегически важной задачей.

БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИЯ

Прежде всего, здесь нужно отметить утвержденную Правительством РФ Стратегию развития беспилотной авиации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года [20].

В ней достаточно подробно представлены цели, задачи и области использования беспилотных авиационных систем (БАС), а также современное состояние, проблемы и перспективы развития этой новой важной отрасли экономики. В нашей стране она находится еще в начальной стадии развития, а мировыми лидерами здесь являются США и Китай.

Системные исследования в этой области начались в России в 2016 г., когда была издана монография Р.П. Кошкина “Беспилотные авиационные системы” [14], которая представляет собой первое комплексное отечественное исследование этой проблемы. В ней проведен сравнительный анализ состояния и перспектив развития зарубежных и отечественных БАС военного и гражданского назначения. Дана оценка их места и роли в современной геополитической ситуации. Показаны сильные и слабые стороны беспилотной авиации при решении различных задач, а также основные проблемы ее применения в военной и гражданской сферах, показаны возможные пути их преодоления.

Рассмотрена перспектива интеграции БАС в национальное и международное воздушное пространство, с учетом опыта США и России. Определены место и роль БАС в стратегии научно-технологического развития общества в современной геополитической ситуации. Показана опасность бесконтрольного и безответственного массового использования этого нового технического средства.

В настоящее время эта Стратегия пересматривается в направлении сокращения типов БАС и объемов их промышленного производства. Это делается с учетом реальных возможностей нашей промышленности, а также проблем развития новой отрасли. В их числе эксперты отмечают следующие:

- недостаток отечественной элементной базы для систем управления и двигателей БАС;
- дефицит специалистов для проектирования, производства и применения этих систем;
- неготовность отраслей экономики к широкому применению БАС.

В то же время первый опыт применения БАС в сельском хозяйстве показал, что они позволяют повысить производительность труда и сократить потребности в рабочей силе при выполнении таких операций, как подкормка растений, борьба с вредителями в садах и виноградниках, а также мониторинг состояния плантаций.

По оценкам экспертов, военный аспект развития этой отрасли для нашей страны также является очень важным. В качестве основных тенденций здесь называются групповое применение БАС – беспилотная стая – под управлением пилотируемого самолета, который следует за ней на безопасном расстоянии.

Кроме того, прогнозируется развитие БАС морского базирования с вертикальным взлетом, что должно существенно повысить боевые возможности ВМФ. Проектируются также и высотные аппараты-разведчики с большой продолжительностью полета, которые будут использовать солнечную энергию.

Опыт применения БАС в процессе СВО на Украине показал, что их использование существенным образом изменяет характер ведения боевых действий. Даже танки теперь используются не для прорыва в глубину обороны противника, а, главным образом, для артиллерийской поддержки пехоты с закрытых позиций.

В перспективе прогнозируется использование БАС для доставки грузов в удаленные и труднодоступные районы страны, а также для перевозки людей.

Эксперты отмечают также и цивилизационную значимость развития БАС. Она состоит в том, что мировая цивилизация переходит к новому этапу освоения воздушного пространства. В таком контексте этот феномен пока не осознается на необходимом уровне.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОЭКОНОМИКИ

С января 2026 г. в нашей стране начинается реализация нового национального проекта “Технологическое обеспечение биоэкономики” [2]. Он включает три федеральных проекта:

1. Организация производства и стимулирование сбыта продуктов биоэкономики. Его цель – достичь к 2030 г. высокого уровня технологической независимости, а до 2036 г. – технологического лидерства России

по продуктам биоэкономики.

2. Научно-технологическая поддержка развития биоэкономики и ее кадрового обеспечения. Для этого будет создан механизм поддержки НИОКР в интересах достижения технологического лидерства в этой области.

3. Аналитическое, методическое и кадровое обеспечение биоэкономики. Цель проекта – создание системы опережающей подготовки и переподготовки квалифицированных кадров по направлениям биоэкономики. Планируется создание научных центров мирового уровня, научных лабораторий и опытных производственных площадок.

По существу речь идет о формировании новой экономической отрасли в сфере высоких технологий. По итогам 2024 г. объем рынка биотехнологий в России составил 450 млрд руб. Правительством поставлена задача к 2030 г. достичь оборота 700 млрд руб., а к 2036 г. – превысить 1 трлн руб.

В результате реализации нового национального проекта в нашей стране будет сформирована биопромышленность, в которой живые организмы, клетки, ферменты и биосистемы будут использоваться для получения широкого перечня коммерчески значимых продуктов – от биоматериалов до биоэнергии. В их числе переработка и повторное использование пластика, новые упаковочные материалы и многое другое. Так, уже созданы бактерии, которые самостоятельно заделывают трещины в бетоне при помощи выделяемого ими карбоната кальция.

Прогнозируется, что в среднесрочной перспективе на стыке биологии и информационных технологий может возникнуть еще одна новая масштабная отрасль высоких технологий. Она связана с созданием биочипов и диагностических систем различного назначения. Все эти перспективы, конечно же, окажут влияние и на развитие военной экономики в интересах обороны и безопасности России.

ПОТЕНЦИАЛ РОССИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НОВОЙ СТРАТЕГИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Ориентация новой стратегии развития России на создание и широкое использование инноваций и высоких технологий означает принципиально важный аспект дальнейшего развития нашей страны. В условиях дефицита трудовых ресурсов и нарастающего санкционного давления стран Запада практическая реализация этой стратегии требует качественно нового уровня взаимодействия науки, образования и общественного производства. Для перехода на этот уровень необходимо в сжатые сроки провести целый ряд организационных мероприятий, направленных на выявление и мобилизацию имеющегося научно-методологического и интеллектуального потенциала.

Прежде всего, необходимо выявить те новые результаты инициативных фундаментальных и поисковых исследований, применение которых позволит создавать прорывные технологии на приоритетных направлениях развития. Наши исследования показали, что такие результаты имеются и заслуживают поддержки на государственном уровне. Ниже приведены некоторые из исследований, которые создают концептуальную основу для достижения технологического лидерства России.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПАРАДИГМА ПОЗНАНИЯ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ МЕТОДОЛОГИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ В XXI ВЕКЕ

Россия в настоящее время обладает принципиально важным научно-методологическим потенциалом в области изучения фундаментальных законов проявления феномена информации в структуре реальности и является в этой области признанным мировым лидером. Эти знания необходимы для создания природоподобных, а также гибридных технологий, в которых ключевую роль выполняют их информационные компоненты.

На основании результатов изучения феномена информации, особенностей и закономерностей его проявления в различных компонентах реальности, в России формируется информационная парадигма научного познания [9]. Ключевыми идеями этой парадигмы являются следующие:

- признание фундаментальности и объективного характера феномена информации, который проявляет себя во всех, без исключения, компонентах реальности, включая живую и неживую природу;
- гипотеза о существовании всеобщих фундаментальных законов информации, справедливых для всех компонентов реальности;
- признание определяющей роли информации в процессах эволюции природы, общества и человека, необходимости более глубокого познания информационных аспектов этой эволюции.

Прикладной аспект этой парадигмы состоит в том, что ее использование позволяет получать более целостные и адекватные знания о тех свойствах живой и неживой природы, которые необходимы для понимания причин и источников новых вызовов и угроз для глобальной безопасности, а также для определения способов противодействия им. Характерным примером может служить проблематика создания природоподобных технологий, формирования биоэкономики, изучения информационных закономерностей развития биосферы и самого человека.

НОВАЯ НАУЧНАЯ ОТРАСЛЬ “ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ”

Необходимость формирования этой отрасли, ее структура и место в перспективной системе научного познания были определены специалистами Института

проблем информатики РАН в 2006 г., когда был издан специальный выпуск научных трудов этого института [19]. В нем было показано, что пришло время для объединения на общем научно-методологическом уровне тех основных направлений информационных исследований, которые в последние годы активно развиваются и становятся социально значимыми. Многие из этих исследований являются междисциплинарными, имеют различную терминологию и методологию, что затрудняет их использование в науке и образовании.

В настоящее время актуальность таких исследований признана в России на уровне государственной научно-технологической политики. Так, например, в Стратегии научно-технологического развития РФ в качестве одной из приоритетных задач на ближайшее 10-летие определена задача создания синтетических научных дисциплин на стыках предметных областей естественных и гуманитарных наук.

Эта задача в полной мере относится и к информационному сектору науки. В результате исследований удалось выявить комплекс дисциплин, которые формируются российскими учеными, главным образом, в качестве инициативных исследований. Их краткий перечень представлен в таблице 1.

В новой стратегии социально-экономического развития России, которая сегодня осуществляется путем реализации комплекса национальных проектов и государственных программ, также предполагается, что основой этого развития станет технологическая модернизация страны [8]. При этом особое внимание уделяется созданию и использованию высокоэффективных (прорывных) технологий, которые не только должны качественно изменить ситуацию в области их практического использования, но, самое главное, создать условия для повышения качества жизни населения и решения многих других проблем национальной и глобальной безопасности.

Таким образом, проблема создания и широкомасштабного использования новых технологий сегодня становится ключевой в стратегии развития общества. Однако необходимо отметить, что научно обоснованная методология создания таких технологий сегодня отсутствует, что существенно затрудняет решение стратегически важной проблемы. В Институте проблем информатики ФИЦ ИУ РАН проводятся исследования, направленные на формирование науки о технологиях как нового научного направления.

В работе [10] представлены концептуальные основы формирования науки о технологиях (Технологики), в которой объектом изучения являются все виды технологий. Показана актуальность и стратегическая значимость этого нового научного направления в современных условиях становления глобального технологического общества. Рассмотрена предметная область новой науки и показано ее место в системе научного познания.

ТАБЛИЦА 1.

Новые синтетические дисциплины информационных исследований

№	Название дисциплины	Центр компетенции	Основной автор
1.	Социальная информатика	ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем информатики, Российский государственный социальный университет, Московский гуманитарный университет	Колин К.К. Соколова И.В. Сулаков Б.А.
2.	Информационная химия	Сибирский федеральный университет	Свитин А.П.
3.	Информационная физика	Московский институт стали и сплавов	Встовский В.Г.
4.	Информационная культурология	ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем информатики, Московский государственный институт культуры и искусств	Колин К.К. Гендина Н.И.
5.	Информационная антропология	ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем информатики, Институт нормальной физиологии РАН	Колин К.К. Судаков К.В.
6.	Информационная социология	ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем информатики	Колин К.К.
7.	Информационная экология	ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем информатики АНО "Видеоэкология"	Колин К.К. Филин В.А.
8.	Информационная психология	Институт математический проблем биологии РАН	Сергин В.Я.
9.	Информационная генетика	Институт проблем управления РАН	Гаряев П.П.
10.	Информационная эстетика	ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем информатики	Колин К.К.

Предложен новый принцип классификации технологий, а также социальные критерии развития технологического общества. Рассмотрены различные виды критериев эффективности технологий и показано, что наиболее общим из них является экономия социального времени, которая достигается за счет реализации технологического процесса.

Рассмотрены основные принципы создания эффективных технологий на основе концентрации ресурсов в пространстве и времени, а также по направлению использования этих ресурсов. Показана особая значимость развития информационных технологий, которые являются катализаторами многих процессов развития современного общества. Кроме того, они входят в состав многих гибридных технологий и составляют их интеллектуальное ядро.

Таким образом, чтобы создать достаточно эффективную технологию, прежде всего, нужно позаботиться о том, чтобы имелись средства для концентрации используемых в данной технологии ресурсов в пространстве и времени, а также для концентрированного воздействия этих ресурсов во вполне определенном направлении.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

В последние годы наиболее динамичным и социально значимым направлением прогресса цивилизации является развитие информационных технологий, которые становятся катализатором многих других процессов развития современного общества. Одним из результатов этого является массовый переход к цифровым технологиям и становление цифровой экономики [6]. На этой основе в экономически развитых

странах начался переход к новому, шестому технологическому укладу. Его отличительной особенностью будет интеграция различных видов технологий, а также их все более высокая интеллектуализация. При этом ожидается существенное повышение эффективности интегрированных технологий, а также их проникновение в новые области жизнедеятельности общества, которые в результате этого претерпят революционные изменения.

Так, интеграция технологий использования солнечной энергии с интеллектуальными информационными технологиями позволила создать принципиально новую систему электроснабжения зданий и помещений, которая существенно сокращает потребление углеводородного топлива и создает условия для перехода к «горизонтальной структуре» промышленного производства товаров и услуг. С этой целью в Западной Европе реализуется специальная программа «зеленой энергетики», первый этап которой был завершен в 2020 г.

Весьма перспективным является развитие нанотехнологий, которые позволяют создавать новые материалы с заранее заданными свойствами, а также новые микроминиатюрные приборы и устройства самого различного назначения.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Прорывной характер имеет развитие так называемых аддитивных технологий, которые позволяют создавать промышленные изделия из металла и пластика путем их послойного «выращивания» из порошкообразного сырья. Эти технологии дают резкое сокращение отходов промышленного производства и экономию природных ресурсов. По этой технологии

изготавливаются достаточно сложные по своей геометрии промышленные изделия (например, турбины авиационных двигателей), а появление первого автомобиля, изготовленного таким способом, ожидается уже в ближайшие годы.

Однако подлинная революция должна произойти в результате интеграции аддитивных биологических технологий с интеллектуальными информационными технологиями. Она позволит создавать искусственные органы живых организмов и имплантировать их людям в медицинской практике. Первый удачный опыт биологической печати мочевых пузырей для семи пациентов осуществлен в 2006 г. При этом в качестве исходного материала использовались стволовые клетки пациентов, что гарантировало биологическую совместимость искусственных органов.

С тех пор эти технологии активно развиваются и внедряются в медицинскую практику. Освоена технология печати клапанов сердца, кровеносных сосудов, ушных раковин, участков кожи для ее пересадки, а также имплантов костной ткани зубов, позвоночника и суставов человека. Так, еще в 2014 г. специалисты Пекинского университета успешно заменили у ребенка пораженный раком шейный позвонок искусственным имплантом, изготовленным при помощи технологии 3D-печати.

В перспективе может стать возможной также и биопечать целых органов, конечностей и отдельных частей тела человека, включая его сердце и печень, а также поджелудочную железу. Причем, все это может стать реальностью уже в ближайшие годы. Так, например, еще в 2019 г. появились сообщения о том, что семь человек уже три года живут с имплантированными им поджелудочными железами, которые были изготовлены при помощи технологии 3D – печати.

СТАНОВЛЕНИЕ СЕТЕВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Признаки становления сетевого технологического общества в последние годы проявляются все более отчетливо не только в экономически развитых, но также и во многих развивающихся странах, в Китае, Индии, Малайзии. По имеющимся прогнозам, уже к середине XXI века сетевые структуры будут доминировать не только в экономике, но и во многих других сферах жизнедеятельности общества – в науке, образовании, культуре, здравоохранении, социальных коммуникациях.

При этом очень важно, что доступ к сетевым технологиям, а также многие информационные услуги будут предоставляться населению бесплатно, и в результате представления о качестве жизни, личном и национальном богатстве существенным образом изменятся. Ведь уже сегодня эти технологии и услуги стали атрибутами нашей повседневной жизни и профессиональной деятельности, важной частью современной куль-

туры. Исследования показывают, что в дальнейшем их значимость будет только возрастать.

Специалисты прогнозируют взрывообразный характер развития информационной сферы общества, который будет обусловлен массовым применением средств и методов «интернета вещей», как в производственных структурах, так и в бытовой сфере. Ожидается, что уже в 2026 г. к сети Интернет будут подключены более 1 трлн устройств информатики, а трафик обмена информацией между ними по своему объему превысит объем потоков информации по этой сети между людьми.

Интеграция сетевых технологий с технологиями искусственного интеллекта качественно изменит весь облик информационной сферы общества. Такие понятия, как «умный автомобиль», «умный дом», «умный завод», «умный город» и т.п., прочно войдут в нашу жизнь и станут привычными. Роботизация облегчит труд миллионов людей и сделает его более безопасным. А новые технологии обработки текстов вообще избавят человечество от рутинной канцелярской работы.

Однако необходимо помнить, что информатизация общества влечет за собой не только новые социальные блага и возможности, но и новые вызовы, угрозы и опасности, признаки которых все более отчетливо проявляют себя в последние годы.

НЕОБХОДИМЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В настоящее время Россия уступает своим геополитическим противникам в информационной сфере и не имеет Стратегии информационной безопасности, адекватной новым вызовам и угрозам, а также системы управления процессами государственной информационной политики. Для решения этих проблем необходимо:

- внести коррективы в Доктрину информационной безопасности РФ [3] с учетом новых реалий, прогнозов развития глобальной информационной сферы и процессов информационного противоборства в ней стран Востока и Запада;
- разработать и реализовать Стратегию информационной безопасности РФ на период до 2036 года и дальнейшую перспективу до 2040 года.
- создать Министерство информационной политики РФ как централизованный орган управления внешней и внутренней информационной политикой страны;
- разработать Стратегию информационной безопасности стран БРИКС и ШОС на период до 2036 года;
- планомерно и настойчиво расширять зарубежное русскоязычное информационное пространство, наполняя его позитивным содержанием отечественной науки, технологий, образования и культуры.

ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ СТРАНЫ

Для решения этой задачи необходимо:

1) создать Министерство научно-технологического развития РФ с достаточно широкими полномочиями;

2) принять Закон о научно-технологическом развитии страны, в котором должно быть предусмотрено:

- создание сети новых технопарков и зон высоких технологий;
- конверсия оборонных технологий и создание технологий двойного назначения;
- активизация деятельности Системы распределенных ситуационных центров России и их информационное взаимодействие в интересах научно-технологического развития;
- создание национальной системы оценки научной деятельности (без необходимости приоритетной публикации результатов исследований в зарубежных журналах);
- создание системы НТИ и научной организации труда на мировом уровне;
- развитие системы научно-технологического образования и широкого научно-технологического просвещения общества.

Принятие этих решений придаст мобилизационный характер Стратегии научно-технологического развития России и будет способствовать повышению ее авторитета в международном сообществе. И это станет важным фактором изменения современной геополитической обстановки в интересах нашей страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уровень развития технологий сегодня характеризует не только развитие экономики той или иной страны, но также ее место в мировом сообществе. В ближайшем будущем следует ожидать создания принципиально новых производственных, энергетических, социальных и информационных технологий. Их эффективность будет превышать современный уровень уже не на проценты, а на порядки. Поэтому такие технологии в научной литературе часто называют «прорывными», имея в виду, что их появление будет означать «прорыв» общества на качественно новый уровень технологического развития.

Нет сомнения в том, что определяющую роль в осуществлении такого «прорыва» будут играть информационные технологии. Поэтому необходимо, чтобы среди технических наук своевременно была сформирована новая научная дисциплина – информационная технологика, которая должна стать научной базой для информационно-технологического направления дальнейшего развития цивилизации.

Формирование этого научного направления позволит обеспечить существенное повышение эффек-

тивности использования информационных ресурсов общества, а также (и это самое важное) сократить затраты социального времени, необходимого для реализации многих процессов его жизнеобеспечения. И это будет означать более высокий уровень жизни каждого члена общества. Однако для этого нужно существенно повысить уровень информационного образования общества. Необходимые для этого научно-методологические материалы российскими учеными разработаны и практически апробированы.

Решение проблемы создания научно обоснованной методологии проектирования новых высокоэффективных технологий является необходимым условием не только для обеспечения дальнейшего научно-технологического развития нашей страны, но и для решения современных геополитических проблем России.

Постановка проблемы формирования нового научного направления, которое должно системно и комплексно исследовать современные и перспективные технологии, является стратегически важной задачей развития цивилизации в XXI веке. Ведь, по имеющимся прогнозам, приоритетным направлением дальнейшего развития цивилизации, безусловно, будут новые технологии, а также их интеграция с использованием ИИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **БАРТАШ А.А.** Технологический суверенитет России как важный фактор победы в мировой гибридной войне // Военная мысль, 2023. № 8. С. 16–32.
2. **БАШКАТОВА А.** Новый контур российской экономики: от переработки водорослей до «живых» чипов // Независимая газета. 2025. № 189 (9354) 8 октября. С. 1, 4.
3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 05.12.2016 г. № 646.
4. **ЗАЦАРИННЫЙ А.А., КОЗЛОВ С.В., КОЛИН К.К.** Система распределенных ситуационных центров России как технологическая основа информационно-аналитического обеспечения органов государственного управления // Информационные процессы, системы и технологии. 2023. Т. 4. № 3. С. 21–28.
5. **ЗАЦАРИННЫЙ А.А., КОЛИН К.К.** Подготовка руководителей организационных систем как ключевая проблема цифровой трансформации России / Социогуманитарные проблемы укрепления субъектности России. Сб. Мат-ов. М.: Когито-Центр, 2023. С. 59–64.
6. **ЗАЦАРИННЫЙ А.А., КИСЕЛЕВ Э.В., КОЗЛОВ С.В., КОЛИН К.К.** Информационное пространство цифровой экономики России. Концептуальные основы и проблемы формирования. М.: ФИЦ ИУ РАН, 2018. 236 с.
7. **ЗИНОВЬЕВ А.А.** Фактор понимания. М.: Алгоритм,

2006. 528 с.
8. КОЛИН К.К. Инновационная Россия: стратегические цели и приоритеты развития // Стратегические приоритеты. 2018. № 4. С. 49–60.
9. КОЛИН К.К. Информатика в перспективной системе научного познания // Информационное общество, 2025. № 3. С. 5–16.
10. КОЛИН К.К. Наука о технологиях: концептуальные основы формирования нового научного направления // Информационные процессы, системы и технологии. 2023. Т. 4. № 3. С. 5–20.
11. КОЛИН К.К. Новый этап развития искусственного интеллекта: национальные стратегии, тенденции и прогнозы // Стратегические приоритеты. 2019. № 2. С. 4–12.
12. КОЛИН К.К. Образование для будущего: проблемы и приоритеты развития высшего образования в России // Информационные процессы, системы и технологии, 2023. Т. 4. № 2. С. 5–10.
13. КОЛИН К.К. Экологическая безопасность: информационные и биоэнергетические аспекты экологической культуры общества // Вестник Международной академии наук (Русская секция), 2012. № S1-1. С. 18–24.
14. КОШКИН Р.П. Беспилотные авиационные системы. М.: Стратегические приоритеты, 2016. 676 с.
15. КОШКИН Р.П. Россия и мир: современные приоритеты геополитики. М.: Стратегические приоритеты. 2015. 36 с.
16. ЛЕКСИН В.Н. Системные риски и возможность предупреждения их последствий // Труды ИСА РАН. 2025. Т. 75. № 3. С. 3–12.
17. Национальный проект “Средства производства и автоматизации”. <http://static.government.ru/media/files/dAtVASE4AO1rWdFu1hKAQ7Oq0pSIDjUn.pdf>
18. СЕРГЕЕВ М. Правительства и бизнес готовы признать Китай новым глобальным лидером // Независимая газета, № 207 (9372), среда, 5 ноября 2025 г. С. 1, 4.
19. Системы и средства информатики: Спец. Вып. Научно-методологические проблемы информатики / Под ред. К.К. Колина. М.: ИПИ РАН, 2006. 496 с.
20. Стратегия развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2023 г. № 1630-р.
21. ЯКОВЕЦ Ю.В. Новая парадигма теории, истории и будущего мира цивилизаций. М.: МИСК-ИНЭС, 2021. 564 с.
2. BASHKATOVA A. New contour of the Russian economy: from algae processing to “living” chips. *Nezavisimaya gazeta*. 2025;189 (9354) October 8:1, 4. (In Russian).
3. Doctrine of information security of the Russian Federation. Approved by Decree of the President of the Russian Federation dated 05.12.2016 N 646. (In Russian).
4. ZATSARINNY A.A., KOZLOV S.V., KOLIN K.K. The System of Distributed Situation Centers of Russia as a Technological Basis for Information and Analytical Support of Government Bodies. *Informatsionnyye protsessy, sistemy i tekhnologii*. 2023;4;(3):21–28. (In Russian).
5. ZATSARINNY A.A., KOLIN K.K. Training of Managers of Organizational Systems as a Key Problem of Russia's Digital Transformation / Socio-Humanitarian Problems of Strengthening Russia's Subjectivity. Collection of Materials. Moscow: Cogito-Center, 2023:59–64. (In Russian).
6. ZATSARINNY A.A., KISELEV E.V., KOZLOV S.V., KOLIN K.K. Information Space of Russia's Digital Economy. Conceptual Foundations and Problems of Formation. Moscow: FRC ICS RAS, 2018:236. (In Russian).
7. ZINOVIEV A.A. The Understanding Factor. Moscow: Algorithm, 2006:528. (In Russian).
8. KOLIN K.K. Innovative Russia: Strategic Goals and Development Priorities. *Strategicheskiye priorityety*. 2018;4:49–60. (In Russian).
9. KOLIN K.K. Computer Science in the Promising System of Scientific Knowledge. *Informatsionnoye obshchestvo*. 2025;3:5–16. (In Russian).
10. KOLIN K.K. Science of Technology: Conceptual Foundations for the Formation of a New Scientific Direction. *Informatsionnyye protsessy, sistemy i tekhnologii*. 2023;4;(3):5–20. (In Russian).
11. KOLIN K.K. A New Stage in the Development of Artificial Intelligence: National Strategies, Trends, and Forecasts. *Strategicheskiye priorityety*. 2019;2:4–12. (In Russian).
12. KOLIN K.K. Education for the Future: Problems and Priorities for the Development of Higher Education in Russia. *Informatsionnyye protsessy, sistemy i tekhnologii*. 2023;4;(2):5–10. (In Russian).
13. KOLIN K.K. Environmental Safety: Information and Bioenergetic Aspects of the Environmental Culture of Society. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii nauk (Russkaya sektsiya)*. 2012;S1-1:18–24. (In Russian).
14. KOSHKIN R.P. Unmanned Aircraft Systems. Moscow: Strategicheskiye priorityety. 2016:676. (In Russian).
15. KOSHKIN R.P. Russia and the World: Modern Priorities of Geopolitics. Moscow: Strategic Priorities. 2015:36. (In Russian).
16. LEKSHIN V.N. Systemic Risks and the Possibility of Preventing Their Consequences. Proceedings of ISA RAS. 2025;75;(3):3–12. (In Russian).

REFERENCES

17. National Project “Means of Production and Automation”. <http://static.government.ru/media/files/dAtVASE4AO1rWdFu1hKAQ7Oq0pSIDjUn.pdf> (In Russian).
18. **SERGEEV M.** Governments and Businesses Are Ready to Recognize China as the New Global Leader. *Nezavisimaya gazeta*. 2025;207;(9372), Wednesday, November 5:1, 4. (In Russian).
19. Systems and Tools of Informatics: Special. Issue. Scientific and Methodological Problems of Informatics. Ed. by K.K. Kolina. Moscow: IPI RAN. 2006:496. (In Russian).
20. Strategy for the Development of Unmanned Aviation in the Russian Federation for the Period up to 2030 and for the Future up to 2035. Approved by RF Government Order of June 21, 2023, N 1630-r. (In Russian).
21. **YAKOVETS YU.V.** New Paradigm of the Theory, History, and Future of the World of Civilizations. Moscow: MISK-INES, 2021:564. (In Russian).

Кошкин Руслан Петрович,

д.т.н., профессор, президент Аналитического центра стратегических исследований “Сокол”, Вице-президент РАЕН

➔ 123022, г. Москва, ул. 1905 года, д. 10, стр. 1, оф. 504,
123022, Moscow, st. 1905, no. 10, building 1, office. 504,
тел.: +7 (499) 530-61-96, e-mail: rpk88@yandex.ru

Колин Константин Константинович,

д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра “Информатика и управление” РАН

➔ 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2,
119333, Moscow, st. Vavilova, 44, bldg. 2,
тел.: +7 (499) 135-62-60, e-mail: kolinkk@mail.ru

УДК 332.132

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-115-121

Научная статья

EDN: YKAOPZ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУР И МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В СУБЪЕКТЕ РФ – ГОРОДЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

И.А. ИВАНОВ¹

ORCID: 0009-0006-3357-4168

А.В. ТАМБОВЦЕВ², Р.Р. САМИГУЛИН²¹ Межрегиональное контрольно-
ревизионное управление Федерального
казначейства, Москва, РФ² Институт региональных
экономических исследований,
Москва, РФ

В статье рассматривается проблема недостаточной обоснованности оценки эффективности региональной экономической политики, связанная с ориентацией существующих процедур преимущественно на достижение плановых показателей без учета соотношения затрат и социально-экономического эффекта. Целью исследования является разработка инструмента реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики на примере города федерального значения. Методика основана на системном и процессном подходах, декомпозиции процедур оценки, внедрении проектной организационной структуры и формализации качественных показателей с последующим переводом в количественные значения. Предложен интегрированный алгоритм оценки, включающий блоки мониторинга, экспертной оценки, анализа расходов, консолидации показателей и формирования управленческих решений. Разработана модель практической оценки эффективности с учетом бюджетных затрат и значимости результатов для населения. Применение инструмента позволяет снизить управленческую нагрузку, повысить объективность оценки и обеспечить обратную связь при корректировке экономической политики региона. Полученные результаты могут быть использованы органами исполнительной власти при совершенствовании процедур государственного управления и стратегического планирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: региональная экономическая политика, эффективность управления, государственное регулирование, оценка эффективности, проектное управление, показатели эффективности, государственные программы, региональное развитие

Original article

IMPROVING PROCEDURES AND METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF REGIONAL ECONOMIC POLICY IN A CONSTITUENT ENTITY OF THE RUSSIAN FEDERATION – A FEDERAL CITY

I.A. IVANOV¹, A.V. TAMBOVTSEV²,
R.R. SAMIGULIN²¹ INTERREGIONAL CONTROL AND AUDIT
OFFICE OF THE FEDERAL TREASURY,
MOSCOW, RF² INSTITUTE OF REGIONAL ECONOMIC
RESEARCH, MOSCOW, RF

The article addresses the problem of insufficient validity of regional economic policy effectiveness assessment caused by the focus of existing procedures on target achievement without considering the ratio of costs to socio-economic effects. The purpose of the study is to develop a reforming tool for the effectiveness assessment system of regional economic policy in a federal city. The methodology is based on a systemic and process approach, decomposition of assessment procedures, implementation of a project organizational structure and transformation of qualitative indicators into quantitative values. An integrated assessment algorithm is proposed including monitoring, expert evaluation, expenditure analysis, indicator consolidation and decision-making blocks. A practical efficiency assessment model considering budget expenditures and social significance of results is developed. The proposed tool improves objectivity, reduces administrative workload and provides feedback for policy adjustment. The results may be applied by public authorities in improving public administration and strategic planning mechanisms.

KEY WORDS: regional economic policy, public regulation, effectiveness assessment, project management, performance indicators, public programs, regional development, public administration

ВВЕДЕНИЕ

Современные подходы к государственному управлению региональным развитием ориентированы на достижение количественно измеримых целевых показателей, закрепленных в государственных программах и стратегических документах [4, 7, 9]. Вместе с тем практика реализации региональной экономической политики показывает, что достижение плановых значений индикаторов не всегда сопровождается соразмерным социально-экономическим эффектом. В действующих процедурах оценки результативности основное внимание уделяется факту выполнения показателей, тогда как сопоставление полученных результатов с объемом затраченных ресурсов носит фрагментарный характер. Это приводит к снижению управленческой обоснованности принимаемых решений и ограничивает возможность корректировки политики на основе объективных данных.

Существующие методические подходы к оценке региональной экономической политики преимущественно основаны на системе мониторинга показателей и экспертной интерпретации итоговых отчетов [1, 5, 11]. При этом вопросы практической эффективности, отражающей соотношение затрат и значимости достигнутых результатов для населения и экономики территории, остаются недостаточно формализованными. Отсутствие интегрированного механизма, объединяющего количественные и качественные параметры оценки, а также процедур обратной связи, приводит к избыточной концентрации функций в отдельных подразделениях органов исполнительной власти и повышает организационные издержки управления.

Таким образом, возникает научная проблема разработки инструмента оценки, позволяющего учитывать не только степень достижения целевых ориентиров, но и экономическую обоснованность реализуемых инициатив. Решение данной проблемы требует перехода от процедурно-контрольной модели оценки к системной модели, включающей анализ затрат, перевод качественных эффектов в количественные показатели и формирование управленческих корректировок.

Целью исследования является разработка инструмента реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения.

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе исследования при разработке инструмента реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения использован итеративный подход, в рамках которого в качестве примера на первом этапе была рассмотрена общая процедура проведения оценки

И.А. ИВАНОВ, А.В. ТАМБОВЦЕВ, Р.Р. САМИГУЛИН
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУР И МЕТОДОВ
ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В СУБЪЕКТЕ РФ –
ГОРОДЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

эффективности региональной политики города Москвы.

В соответствии с положениями статьи 4, в частности параграфов 4.2.6, 4.2.7 и 4.2.11 Постановления Правительства Москвы от 17 мая 2011 г. № 210-ПП «Об утверждении Положения о Департаменте экономической политики и развития города Москвы» [10] данным Департаментом проводится оценка результативности экономической политики для установления результативности реализации принятых регионом инициатив по экономическому развитию Москвы.

В общем виде деятельность Департамента по оценке эффективности включает: оценку регулирующего воздействия и применения обязательных требований, включающих результаты воздействия, а также проведение экспертизы итоговых отчетов о реализации экономической политики Москвы. В общем виде схема проведения оценки эффективности региональной экономической политики столицы представлена на рис. 1.

По данным, представленным на общей схеме, видно, что процедура предполагает последовательную реализацию трех комплексных процедур, в результате которых будут сформированы итоговые отчеты о ходе и степени успешности реализации инициатив региональной экономической политики.

В рамках научного исследования был проведен тщательный анализ итоговых документов, в которых центральное место занимала оценка эффективности реализации программных документов, действующих в субъекте РФ (в данном случае, в городе Москва). В частности, осуществлялся анализ степени соответствия достигнутых результатов предварительно установленным критериям. Тем не менее, в итоговых отчетах не рассматривается экономическая целесоо-

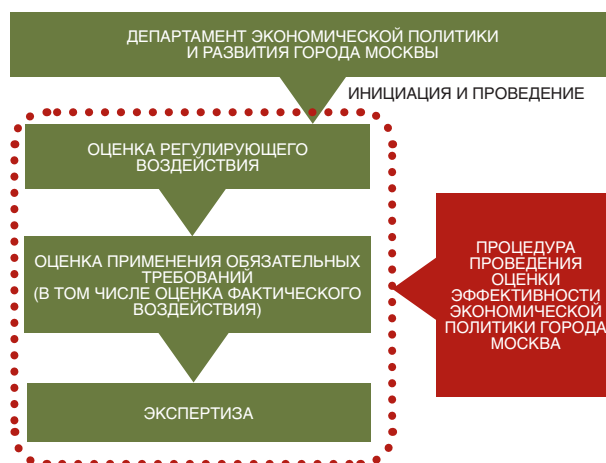


Рис. 1.

Общая схема действующей процедуры проведения оценки эффективности региональной экономической политики города Москвы. Источник: составлено авторами.

бразность предпринятых мер. В частности, не проводится сопоставление фактических расходов, понесенных для достижения результатов, с их значимостью в контексте установленных целей.

Таким образом, в целях создания оптимизированного инструмента реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики (на примере города федерального значения) проведем декомпозицию действующей процедуры. Декомпозиция процедуры по процессам позволит определить перечень всех процессов, необходимых для практической оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения. Структура декомпозиции процессов процедуры оценки представлена на рис. 2.

Согласно схеме декомпозиции процессов проведения процедуры оценки эффективности региональной экономической политики Москвы, наибольшее количество процессов сосредоточено на этапе оценки применения обязательных требований (в том числе оценка степени фактического (относительно прогнозируемого уровня) воздействия).

Отметим, что процессы проведения оценки в городах федерального значения в общем случае аналогичные, а также заметим схожесть входных и выходных процессов.

Согласно теории управления, чем больше процессов сконцентрировано в одном подразделении, тем сложнее осуществлять управление ими [8]. Сложность данного комплекса процессов заключается в том, что

процесс оценки фактического воздействия включает несколько подпроцессов. Это свидетельствует об увеличении уровней иерархии процессов и уровня хаотичности при реализации всего комплекса.

Основной принцип декомпозиции заключается в том, что чем больше уровней иерархии, тем задача становится более сложной в процессе реализации. При этом, чем больше подуровней на одном уровне, тем задача более труднообозримая. Декомпозиция процедуры оценки эффективности региональной экономической политики Москвы показала, что нагрузка на подразделения Департамента экономической политики и развития города Москвы распределена неравномерно, что приводит к расфокусировке внимания исполнителей в процессе проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения.

Таким образом, непрозрачность процессов оценки приводит к фокусированию всех ресурсов на установлении показателей результативности инициатив региональной экономической политики города федерального значения. При этом расходование бюджетных средств и дополнительных инвестиций обосновывается с позиции достижения плановых показателей. Следовательно, система оценки не способна выполнять контролирующую функцию с последующими корректировками, что является весомой угрозой устойчивого развития региона.

Для решения комплекса выявленных проблем и создания оптимизированного инструмента оценки

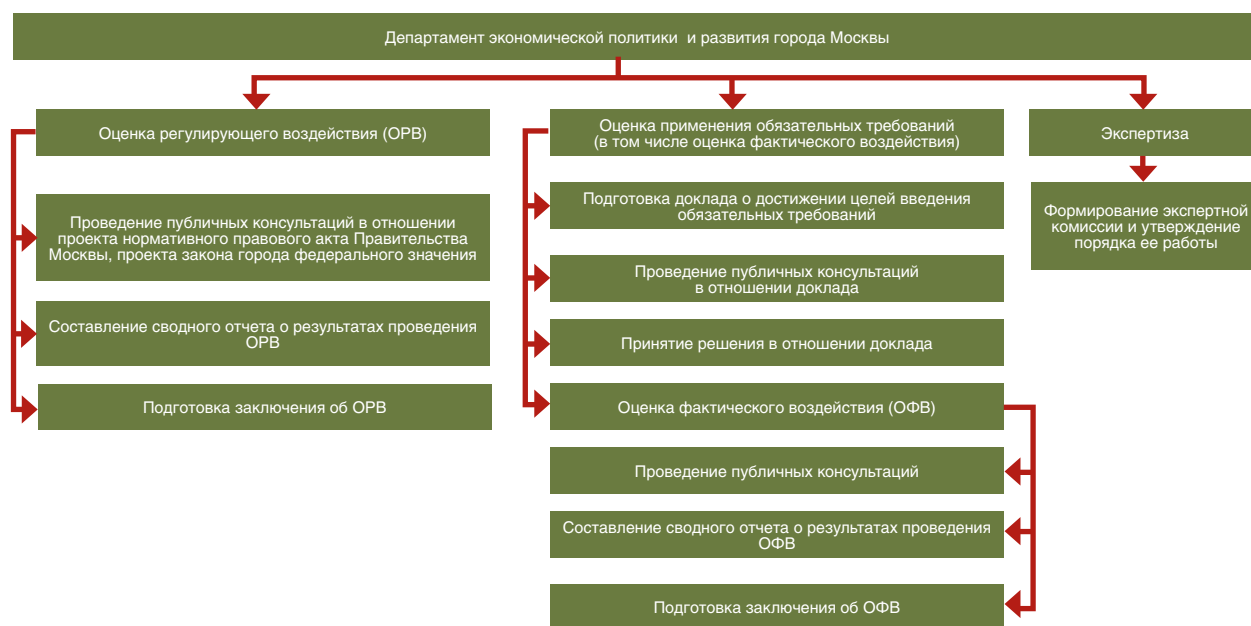


РИС. 2.

Декомпозиция процесса проведения процедуры оценки эффективности региональной экономической политики городов федерального значения. Источник: составлено авторами.

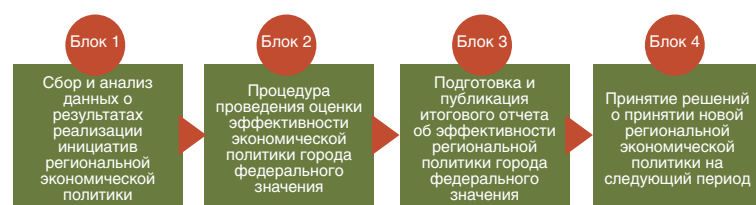


Рис. 3.

Общая схема алгоритма проведения оценки региональной эффективности экономической политики города федерального значения. Источник: составлено авторами.

практической эффективности региональной экономической политики городов федерального значения были выделены ключевые блоки, составляющие алгоритм данной оценки (рис. 3).

Первый блок отвечает за организацию и реализацию инструментов контроля за ходом выполнения инициатив региональной экономической политики города, а именно:

- мониторинг достижения качественных и количественных показателей;
- консолидация полученных данных и распределение их в соответствии с реализуемыми инициативами;
- безоценочное сопоставление фактических показателей с плановыми значениями.

При этом в комплекс мероприятий первого блока не входят прогнозные процессы, направленные на формирование корректирующих предложений для выявленных отклонений и передачи их на уровень принятия решений. Однако предусмотрены процессы передачи полученных показателей на проведение оценки эффективности.

В рамках второго блока общей последовательности оценки сосредоточены процессы, направленные на качественную и количественную оценку входящих показателей. Второй блок отличается высокой концентрацией процессов качественной и количественной оценки, а также процессами экспертизы формируемых итоговых отчетов перед публикацией.

Помимо высокой плотности процессов во втором блоке также отмечается высокая интенсивность потребления ресурсов. В соответствии с ранее рассмотренной декомпозицией, второй блок алгоритма представляет систему, направленную на потребление большого количества ресурсов Департамента экономической политики и развития для получения результатов оценки полученных в первом блоке данных.

Третий блок алгоритма включает процессы, направленные на взаимодействие с населением и вышестоящим руководством в вопросах информирования и получения обратной связи. Предназначением третьего блока является обеспечение всего алгоритма необходимой информацией для формирования корректирующих предложений в соответствии с обновленными задачами, поступающими от вышестоящего руководства и условиями, формируемыми изменившимися потребностями населения.

Четвертый блок обеспечивает взаимосвязь с си-

стемой планирования и контроля реализации федеральных региональных программ, являющихся составляющей национальных проектов. Следовательно, ключевой задачей четвертого блока является консолидация результатов предыдущих блоков, а также представление совокупных результатов для разработки обновленной региональной экономической политики города федерального значения.

В результате проведенного анализа хода оценки приходим к выводу о необходимости совершенствования организации процессов во втором блоке алгоритма. Следовательно, ключевым направлением совершенствования является второй блок. Используя разработанную декомпозицию процессов процедуры оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения и результаты анализа второго блока, был разработан комплексный алгоритм реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения (рис. 4).

Обновленный процесс представляет совокупность шести взаимосвязанных блоков рычагов, обеспечивающих формирование обновленной процедуры проведения оценки эффективности региональной экономической политики Москвы. Он базируется на системном подходе к рассмотрению процедуры проведения оценки, а также формировании новых организационных связей для распределения интенсивности потребления ресурсов и снижения уровня нагрузки на специалистов.

Первый блок направлен на организационную реструктуризацию Департамента экономической политики и развития города Москвы. Суть организационных изменений заключается в применении проектной организационной структуры управления [6]. В соответствии с опытом Министерства экономического развития и организационной реформой 2021 г., изменившей организацию управления национальными проектами, выделив специализированный орган управлений – управляющий совет.

Реструктуризация организационной структуры Департамента экономической политики и развития города Москвы предполагает формирование специализированных проектных команд: комиссия по качественной оценке и комиссия по количественной оценке. Предлагаемые проектные команды формируются на временных условиях (в соответствии с жизненным циклом проектной команды). Временный характер та-

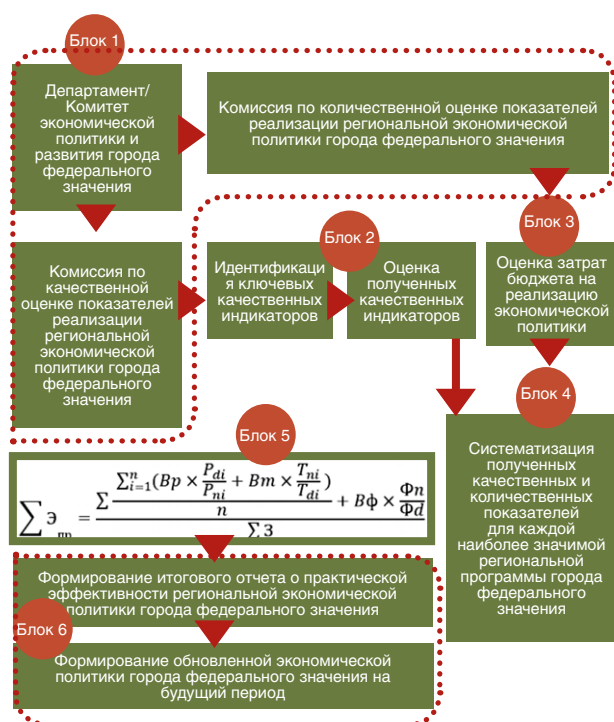


РИС. 4.

Алгоритм реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения. Источник: составлено авторами.

ких команд позволяет обеспечить необходимую степень адаптивности в условиях высоких темпов динамики экономических отношений, а также обеспечить повышение компетенций сотрудников департамента. Другим преимуществом таких проектных команд является достижение устойчивого развития системы оценки эффективности региональной экономической политики Москвы за счет внесения инновационных идей и подходов в соответствии с меняющимися экономическими условиями.

Другим преимуществом данного организационного изменения является разделение функциональных процессов между специализированными функциональными командами. За счет того, что сотрудники структурных подразделений на время покидают свои посты, занимая места в проектных командах, снижается вероятность наступления критических рисков событий [3]. С другой стороны, при необходимости и низкой загруженности в проектной команде сотрудник может быть возвращен в структурное подразделение для выполнения прямого функционала. Организационная модель процессов при внедрении проектных команд рассмотрена в следующем параграфе исследования.

Второй блок рычагов включает в себя комплекс процессов по определению ключевых качественных показателей эффективности для каждой экономи-

ческой инициативы города федерального значения. Определение качественных показателей инициатив необходимо для установления значимости социально-экономического эффекта для населения.

Другим комплексом процессов второго блока являются процессы, направленные на приведение качественных показателей к количественным значениям. Среди таких процессов следует особенно выделить мероприятия по формированию переводных коэффициентов. Формирование переводных коэффициентов и выявление качественных показателей требует привлечения экспертов, а также разработки специализированных анкет для экспертов.

За счет формирования специализированных проектных команд в первом блоке в комиссию по оценке качества будут определены специалисты и эксперты, которые будут формировать опросники для выявления веса и значимости отдельных качественных показателей конкретной инициативы региональной экономической политики Москвы. Затем полученные показатели переводятся в количественный эквивалент при помощи ранее полученной системы весовых коэффициентов.

Третий блок отвечает за инспекционный анализ расходов бюджетных средств на реализацию инициатив региональной экономической политики города федерального значения. В ходе проведения анализа комиссия по количественной оценке определяет разницу в плановом бюджете и фактическом расходе денежных средств. В случае, когда оценка проводится в промежуточный период, а не в конце планового срока реализации инициатив региональной экономической политики комиссия выносит корректирующие предложения по сохранению планового бюджета без изменений.

Четвертый блок предназначен для проведения консолидации качественных и количественных показателей инициатив региональной экономической политики города федерального значения. Консолидация производится в целях формирования системы показателей для применения разработанной в исследовательской работе формулы оценки практической эффективности региональной экономической политики города федерального значения. Полученная сводная информация формируется путем соотнесения показателей разработанной формулы и полученных качественных и количественных значений.

Следует отметить, что консолидацию и дальнейшие расчеты справедливо поручить проводить комиссии по количественной оценке. Таким образом, итоговая оценка будет максимально объективной и компетентной, поскольку будут отсутствовать конфликты в процессе проведения оценки.

Пятый блок процессов предполагает использование разработанной в ходе исследовательской работы методики оценки практической эффективности ре-

гиональной экономической политики. Процесс проведения оценки в соответствии с разработанной методикой включает следующие шаги:

- идентификацию компонентов государственных региональных программ города федерального значения, входящих в систему индикаторов региональной политики столицы;
- определение конкретных показателей эффективности для каждой региональной программы;
- расчет совокупных затрат, связанных с реализацией каждой государственной региональной программы;
- применение разработанной формулы для объективной оценки практической эффективности каждой региональной программы;
- комплексную оценку общей эффективности региональной экономической системы города федерального значения.

Шестой блок представляет два последовательно взаимосвязанных комплекса процессов. Первый комплекс характеризуется двумя функциональными направлениями. Во-первых, процессы, направленные на консолидацию результатов проведенной оценки и формирование итогового отчета о практической эффективности региональной экономической политики города федерального значения. Во-вторых, публикация итоговой версии отчета и сбор обратной связи от заинтересованных сторон (население, частные инвесторы, высшее руководство).

После получения предложений и корректировок от заинтересованных сторон проводится сопоставительный анализ полученных результатов и возможностей развития в соответствии с концепцией SMART [12, с. 35–36]. Применение концепции SMART обеспечивает достижение простоты и понятности обновленных предложений, появление актуальных целевых измеримых критериев достижимости предлагаемых корректировок, анализ условий внедрения предложений на предмет соотношения возможностей системы государственного управления и экономических условий, а также обновленные временные параметры реализации предложений.

Сформированный пакет обновлений региональной экономической политики города федерального значения направляется на рассмотрение в орган стратегического управления развитием регионом для разработки и принятия решений о принятии изменений новой экономической политики региона и установления обновленного порядка ее реализации.

Подводя итог разработке инструмента реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения, заметим, что предложенный инструмент обладает высоким интегративным потенциалом. Способность к интеграции разработанного инструмента достигается за счет применения прин-

И.А. ИВАНОВ, А.В. ТАМБОВЦЕВ, Р.Р. САМИГУЛИН
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУР И МЕТОДОВ
ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В СУБЪЕКТЕ РФ –
ГОРОДЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

ципов проектного разделения задач (декомпозиции) в ходе проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения.

Такой подход базируется на изменении структуры управления Департамента экономической политики и развития города Москвы путем преобразования подразделений, отвечающего за оценку обязательных требований в проектный офис в соответствии с ГОСТ Р 58305 – 2018 «Система менеджмента проектной деятельности. Проектный офис» [2]. В результате преобразования достигается высокий уровень взаимосвязей всех структурных подразделений, а также усиливается взаимодействие с однородными и вышестоящими департаментами. Преобразованная структура управления обеспечит эффективное взаимодействие в рамках проектной организации управления в органах государственной власти города федерального значения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный алгоритм реформирования системы проведения оценки эффективности региональной экономической политики города федерального значения, включающий шесть функциональных блоков, позволяет достигнуть как эффективных экономических показателей за счет применения методики оценки практической эффективности реализации экономической политики города федерального значения, так и вносит изменения в процесс управления процедурой ее оценки.

В результате предложенных изменений достигается усиление взаимосвязи с системой проектного управления органов исполнительной власти за счет формирования проектной структуры внутри Департамента/Комитета экономической политики и развития города федерального значения. Обновленный подход к организации процесса управления снижает нагрузку на служащих при выполнении их профессиональных задач, а также выделяет специализированные направления деятельности, обеспечивая программное управление ими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горький А.С. Элементы и критерии оценки государственной региональной политики // Региональная экономика: теория и практика. 2023. С. 41–49.
2. ГОСТ Р 58305–2018. Система менеджмента проектной деятельности. Проектный офис. М.: Стандартинформ, 2018. URL: https://www.isopm.ru/metodicheskie_osnovy/gosts/gost-r-58305-2018
3. Гончарова И.В. Управление рисками как элемент региональной социально-экономической политики // Сегодня и завтра Российской экономики. 2009. № 32. С. 195–197.
4. Добрусин А.В. Системные элементы обеспечения механизма реализации региональной экономиче-

- ской политики // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 7–2. С. 141–146.
5. Котов А.В. Оценка эффективности инструментов региональной политики // Экономика региона. 2020. Т. 16, вып. 2. С. 352–362.
 6. Леонов М.Е. Анализ процесса перехода системы государственного управления проектами и программами РФ к использованию современных проектных технологий // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 8.
 7. Мусаева Х.М. Основные понятия и принципы формирования региональной экономической политики // Деловой вестник предпринимателя. 2023. № 1 (11). С. 27–29.
 8. Петросянц В.З., Арсланова Х.Д., Ниналадова Л.Г. Зарубежный опыт государственного регулирования регионального развития // Региональные проблемы преобразования экономики. 2016. № 10. С. 99–105.
 9. Полянин А.В. Экономическая сущность инструментов региональной экономической политики // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. 2023. № 5. С. 74–79.
 10. Постановление Правительства Москвы от 17.05.2011 № 210-ПП «Об утверждении Положения о Департаменте экономической политики и развития города Москвы». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/297036/>
 11. Раваев М.Н. Исследование подходов к измерению эффективности региональной экономической политики // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11–3 (76). С. 166–172.
 12. Doran G.T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives // Management Review. 1981. Vol. 70. N 11. P. 35–36.
 - and Programs of the Russian Federation to the Use of Modern Project Technologies. *Moscow Economic Journal*. 2023;8;(8). (In Russian).
 7. Musaeva H.M. Basic Concepts and Principles of Formation of Regional Economic Policy. *Business Bulletin of the Entrepreneur*. 2023;1;(11):27–29. (In Russian).
 8. Petrosyants V.Z., Arslanova H.D., Ninalalova L.G. Foreign Experience of State Regulation of Regional Development. *Regional Problems of Economic Transformation*. 2016;10:99–105. (In Russian).
 9. Polyandin A.V. Economic essence of regional economic policy instruments. *Innovative economy: information, analytics, forecasts*. 2023;5:74–79. (In Russian).
 10. Resolution of the Moscow Government of May 17, 2011 N 210-PP "On approval of the Regulation on the Department of Economic Policy and Development of the City of Moscow". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/297036/> (In Russian).
 11. Ravaev M.N. Study of approaches to measuring the effectiveness of regional economic policy. *Economy and entrepreneurship*. 2016;11–3;(76):166–172. (In Russian).
 12. Doran G.T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Management Review*. 1981;70;(11):35–36.

REFERENCES

1. Gorky A.S. Elements and criteria for assessing the state regional policy. *Regional Economy: Theory and Practice*. 2023;41–49. (In Russian).
2. GOST R 58305–2018. Project activity management system. Project office. Moscow: Standartinform, 2018. URL: https://www.isopm.ru/metodicheskie_osnovy/gosts/gost-r-58305-2018. (In Russian).
3. Goncharova I.V. Risk management as an element of regional socio-economic policy. *Today and tomorrow of the Russian economy*. 2009;32:195–197. (In Russian).
4. Dobrusin A.V. Systemic elements of ensuring the mechanism for implementing regional economic policy. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2023;7–2:141–146. (In Russian).
5. Koto A.V. Assessing the Effectiveness of Regional Policy Instruments. *Regional Economy*. 2020;16;(2):352–362. (In Russian).
6. Leonov M.E. Analysis of the Process of Transition of the System of Public Management of Projects

Иванов Иван Александрович,
главный специалист-эксперт Межрегионального контрольно-
ревизионного управления Федерального казначейства

☎ 109240, г. Москва, ул. Солянка, д. 12-14, стр. 1,
109240, Moscow, st. Solyanka, 12-14, building 1,
тел.: +7 (916) 291-23-58, e-mail: Ivanov-07ivan@yandex.ru
ORCID: 0009-0006-3357-4168

Тамбовцев Андрей Витальевич,
к.э.н., старший научный сотрудник Института региональных
экономических исследований

☎ тел.: +7 (499) 241-10-66, e-mail: irei@irei.ru

Самигулин Роман Ряшидович,
к.э.н., начальник отдела Института региональных экономи-
ческих исследований

☎ 119002, г. Москва, пер. Сивцев Вражек, д. 29/16,
119002, Moscow, per. Sivtsev Vrazhek, 29/16,
тел.: +7 (499) 241-10-66, e-mail: irei@irei.ru

УДК 1.11.117

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-122-135

Научная статья

EDN: YRJXII

К ВОПРОСУ О ФОРМАХ ДВИЖЕНИЯ И УРОВНЯХ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ: КАК УСТРОЕН МАТЕРИАЛЬНЫЙ МИР

И.В. БАБИЧЕВ

Комитет Государственной Думы по
региональной политике и местному
самоуправлению, Москва, РФ

Original article

ON THE FORMS OF MOTION AND THE LEVELS OF ORGANIZATION OF MATTER: HOW THE MATERIAL WORLD IS STRUCTURED

I.V. BABICHEV

STATE DUMA COMMITTEE ON REGIONAL
POLICY AND LOCAL SELF-GOVERNMENT,
MOSCOW, RF

В статье рассматриваются формы движения и уровни организации материи. Обосновывается системность организации материи, рассматриваются первичные, основные и конечные элементы в каждой форме движения и организации материи. Обосновывается вывод о существовании пяти таких форм: физической, химической, биологической, психоневрической и социальной, которым в сфере познания соответствуют пять наук (систем научного знания). Обосновывается положение, что основные элементы всех форм движения и организации материи образуют периодические гомологические ряды (закономерности). Делается вывод о конечности устойчивых форм организации материи и о том, что устойчивость материальных форм есть признак гармонии составляющих ее дипольных (дихотомических) сущностей. Исходя из представлений о том, что именно социальная личность противостоит нарастанию хаоса материальной энтропии, делается вывод: эта способность социальной личности увеличивается по мере увеличения ее субъектности (действительности).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: формы движения и уровни организации материи и их элементы, периодические гомологические ряды (законы) основных элементов форм движения и организации материи, информация и энтропия, социальная личность, гармония

The article examines the forms of motion and levels of organization of matter. The systematic organization of matter is substantiated, the primary, basic and final elements in each form of motion and organization of matter are considered. The author substantiates the conclusion about the existence of five such forms: physical, chemical, biological, psychoneurological and social, which correspond to five sciences (systems of scientific knowledge) in the field of cognition. The thesis is substantiated that the basic elements of all forms of motion and organization of matter form periodic homological series (patterns). The conclusion is made about the finiteness of stable forms of organization of matter and that the stability of material forms is a sign of the harmony of its constituent dipole (dichotomous) entities. Based on the idea that it is the social personality that resists the increasing chaos of material entropy, it is concluded that this ability of the social personality increases with increasing subjectivity (reality).

KEY WORDS: forms of motion and levels of organization of matter and their elements, periodic homological series (laws) of the basic elements of forms of motion and organization of matter, information and entropy, social personality, harmony

Вопрос о формах движения и уровнях организации материи, бывший в фокусе внимания материалистической философии в советское время, сегодня вышел из зоны научного и философского интереса. Мы полагаем, что зря – представления о формах движения и уровнях организации материи позволяет понимать основные свойства материального мира – иерархичность его форм и уровней, их взаимосвязь и системность, несводимость друг к другу и представление о материальном мире как системе систем.

Понимание формы материи, ее содержания и движения даны Г. Гегелем (в «Науке логики», гл.3). «Форма есть то, что полагает и определяет, она видимость сущности внутри самой себя, и имманентная ей собственная рефлексия (разум)» (т.е. форма осознается). «Сущность есть лишенное формы тождество с самой собой, она есть материя». «Материя есть нечто совершенно абстрактное. (Материю нельзя ни видеть, ни осязать и т. д. – то, что видят или осязают, – это уже определенная материя, т.е. единство материи и формы)». «Форма предполагает материю, с которой она соотносится. Материя предполагает форму». «Материя есть пассивное в противоположность форме

© И.В. Бабичев

Поступила в редакцию 14.01.2026

как тому, что деятельно». «Поэтому материя должна принять форму, а форма должна материализоваться, сообщить себе в материи тождество с собой, иначе говоря, устойчивость... Поэтому форма определяет материю, а материя определяется формой». «То, что являет себя как деятельность формы, есть ...в той же мере собственное движение самой материи... Благодаря движению формы и материи их единство восстанавливается». «Содержание имеет, во-первых, некоторую форму и некоторую материю, принадлежащие ему и существенные для него; оно их единство. Но так как это единство есть в то же время определенное или положенное единство, то содержание противостоит форме; форма составляет положенность и по отношению к содержанию несущественна. Поэтому содержание безразлично к форме; форма охватывает и форму как таковую, и материю; и содержание имеет, стало быть, некоторую форму и некоторую материю, основу которых оно составляет и которые суть для него лишь положенность». «Единство формы и материи есть содержание».

Ф. Энгельс, отталкиваясь от приведенных гегелевских положений, от гегелевской диалектики духа и природы и беря их на вооружение, выдвинул в «Диалектике природы» материалистическую концепцию о формах движения материи [19].

В основу своих представлений Ф. Энгельс положил фундаментальные принципы: движение – способ существования материи, вне движения материи не существует (покой есть частный случай движения); качественное многообразие мира происходит из-за наличия разных форм движения и их несводимости друг к другу; каждой форме присущ собственный материальный носитель, качественно отличный от других. При этом движение Энгельс понимал как любое изменение вообще – от механического перемещения тела в пространстве до мышления.

Ф. Энгельс выделил четыре формы движения материи, иерархически выстроенных по степени возрастания сложности такого движения:

- 1) механическая – пространственное перемещение тел (носитель – макроскопические тела);
- 2) физическая – теплота, свет, электричество, магнетизм, гравитация, атомы (носители – атомы, поля, элементарные частицы);
- 3) химическая – процессы превращения веществ, связанные с изменением состава и строения молекул, перестройкой химических связей (носители – атомы и молекулы);
- 4) биологическая – процессы, протекающие в живых организмах (метаболизм, рост, размножение, адаптация, эволюция и т.п.). Носители – белковые тела, живые организмы.

Ф. Энгельс анализирует переход от биологической (в его понимании высшей в пределах природы) формы движения материи к формам движения в обществен-

ном развитии и в мышлении, однако, социальную форму движения материи он не выделил как таковую; это сделают позднейшие, в основном советские, философы.

Ф. Энгельс подчеркивал несводимость иерархически более высоких форм к более низким: хотя в живом организме есть и физические, и химические процессы, сущность жизни нельзя объяснить только законами химии; она протекает по собственным, биологическим закономерностям. То же самое с обществом – его законы соответственно специфичны. Энгельс настаивал на качественных скачках при переходе одной формы движения материи в другую, а также на связи и развитии форм: физическая порождает химическую, является ее базисом, химическая – биологическую, и т.д.

Постепенно эти представления XIX века в XX веке стали дополняться представлениями об организации материи, ее формах и уровнях, об инвариантности законов относительно форм организации материи (А.А. Богданов), о системности организации материи (П.К. Анохин, Л. Берталанфи, Н. Винер и др.).

Стало складываться понимание, что системная организованность – такое же имманентное свойство материи, как и движение, что эти понятия – системная организация и движение – также соотносятся между собой, как структура и функция, как морфология и физиология, и только вместе они исчерпывающе отражают как содержание, так и форму материи. На каждом таком уровне организации материи движение приобретает качественно специфические формы: каждой форме и уровню соответствуют свои законы и своя наука (система научного знания), ее изучающая.

Поскольку речь идет о системах и об организованной материи как системе систем, для описания форм движения материи и уровней ее организации целесообразно применить системно-структурный метод с его представлениями об элементах системы, ее эмерджентности и энтелехийности: системы построены из элементов; целое имеет иное качество, чем простая сумма его частей; устойчивые системы в процессе движения стремятся сохранять свою целостность, устойчивость, способность к развитию.

Мы полагаем, что формы движения и уровни организации материи развиваются из своих первичных структурно-функциональных единиц – первичных элементов, тех самых «зерен», которые несут в себе и диалектически раскрывают в процессе эволюции и индивидуального развития «идею» своей формы материи. Каждая форма движения материи и уровень ее организации образуют большую систему, состоящую из различных элементов.

Элемент, отражающий структурно-функциональную сущность данной материальной формы, мы предлагаем называть основным элементом, а те структурно-функциональные комплексы (системы), до которых развивается данная форма движения и ор-

ганизации материи в своем эволюционном пределе – конечными элементами, являющимися, в том числе, «предтечами» первичных элементов следующей в «иерархии» формы. При этом отметим, что все элементы имеют как содержательный аспект, который отражает их родовую элементную сущность (например для физики – элементарная частица как основной элемент), так и форму (видовые разновидности элементарных частиц – в нашем примере это электроны, нейтроны, протоны, фотоны, лептоны и т.д.).

Первичными элементами для физической формы являются, по-видимому, субэлементарные частицы и их поля («кварки»), а основным элементом – элементарные частицы и их поля; для химической формы первичный элемент – молекула, а основным элемент – химический элемент; для биологической формы первичным «зерном» является клетка, а основным элементом – биоорганизм. Кстати, Г. Гегель и Ф. Энгельс называли химическую и биологическую формы молекулярной и организменной соответственно, а точнее – если определять в русле единого подхода – либо молекулярной и клеточной (по первичным элементам), либо химико-элементарной и организменной (по основным элементам). Но мы их называем по исторически сформировавшимся названиям наук, их изучающих.

Конечные элементы в каждой форме предстают в двух взаимосвязанных проявлениях: во-первых, это системы основных элементов, во-вторых – своеобразный специализированный конечный элемент. Именно он является «предтечей» первичного элемента следующей в иерархии формы движения материи. То есть, мы видим, что материя в своих формах развивается одновременно как бы горизонтально и вертикально: с одной стороны, образуя сложные системы своих основных элементов, а с другой – готовя качественный рывок в иную, более сложно организованную форму. При этом комплексы (системы) специализированных конечных элементов занимают как бы промежуточное положение между формами движения материи – между той, к которой принадлежит конечный элемент, и следующей в иерархии. Тем не менее, корректно относить их именно к той материальной форме, из конечных элементов которой эти комплексы состоят¹.

Так, конечным элементом физической формы являются системы элементарных частиц и полей, и их комплексов, такие как звезды и другие астрофизические объекты, плазменные структуры и т.п.; конечным

специализированным элементом физической формы является, по нашему мнению, атом, системы которого также присутствуют во многих физических конечных структурах.

Конечным элементом химической формы являются сложно устроенные молекулярные системы, в том числе органические полимеры, липо-протеиновые комплексы (биомембраны), комплексы «твердых тел» типа минералов и т.п.; конечным специализированным элементом химической формы являются нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК) и их комплексы с белками (нуклео-протеиновые комплексы), структурно близкие к вирусам².

Конечным элементом биологической формы являются системы (популяции, экосистемы) биоорганизмов. «Чистой» системой биологических организмов, «чистой» биопопуляцией является популяция растений (пример – лес) или водный простейший биопланктон с водными растениями (биоценоз). Популяции простых животных организмов (например, коралловый риф) – тоже явление биологической формы движения материи.

Для понимания места человека и человеческого общества, как и популяций сложных зооорганизмов (прайдов) в иерархии форм движения материи и уровней их организации, необходимо допустить и обосновать, помимо социальной, еще одну форму организации и движения материи.

Эту форму материи, которую почему-то до сих пор не замечали, но в существовании которой мы убеждены и наличие которой попробуем доказать, назовем психоневрической. Как мы уже говорили, структурно-функциональной «предтечей» для следующих форм движения материи является специализированный конечный элемент предыдущей формы. Таковой «предтечей» для психоневрической формы является нейрон – специализированный конечный элемент биологической формы движения материи.

Прокариотическая клетка – общая для фито- и зообиологических форм, малодифференцированная и полипотентная, могущая самостоятельно существовать в виде простейших организмов – дифференцируется сначала до фито- и зооклеток, которые, каждая в своем ряду, претерпевают дальнейшие дифференцировки, группирование и структурирование вплоть до высших растительных и высших животных организмов соответственно.

Специализированный конечный элемент биоло-

¹ Отсюда вытекает, что вирусы – специализированные нуклео-протеиновые комплексы – принадлежат к химической, а не к биологической форме материи, которая начинается с клетки. Либо мы должны признать их своего рода «недоклетками» или разновидностью клеточной формы жизни, предельно упрощившейся (до ядра клетки и ее белковой оболочки). То же относится и к так называемым «прионам» – белковым (или нуклео-белковым?) комплексам, которые вызывают т.н. «медленные» (прионные) нейроинфекции.

² Говорят, что когда выдающийся голландский химик, первый лауреат Нобелевской премии по химии Якоб Хендрик Вант-Гофф (1852–1912) молодым человеком поступал в университет, на вступительном экзамене по химии его спросили, до какого уровня материальной сложности может простирается химический синтез. «До клетки!» – был ответ юного Вант-Гоффа. Гениально точно. И опять же в пользу того, что биологическая форма начинается с клетки: ее нельзя синтезировать чисто химическими методами.

гической формы появляется именно в ряду зооклетки как результат ее предельной дифференцировки. И таковым является нейрон, который, по сути, представляет из себя уже не столько зооклетку, сколько своеобразный электронный и электрохимический биоэлемент, построенный на клеточной основе. Нейрон, хотя и принадлежит биологическому миру, уже не обладает целым рядом собственно биологических качеств зооклетки: не регенерирует (митотически не делится), не подвержен малигнизации («озлокачествлению», злокачественные нейробластомы образуются из нейробластов – малодифференцированных клеточных предшественников нейронов, а не из самих нейронов), в то время как основные клетки всех остальных тканей зооорганизма – соединительной (в т.ч. крови), мышечной и эпителиальной – и регенерируют, и малигнизируются.

В то же время (и это тоже эволюционная особенность данного специализированного биологического элемента) отростки нейрона – аксоны и дендриты – активно ветвятся и способны спонтанно устанавливая своеобразные синаптические связи с другими нейронами и их отростками (и другими клетками, например мышечными), генерировать «потенциал действия» (импульсные электропотенциалы) и, главное, образовывать специализированные нейронные комплексы – «рефлекторные дуги».

Именно на нейронной основе образуется качественно новый, первичный структурно-функциональный элемент следующей, психоневрической формы движения материи – «элементарная рефлекторная дуга», которая состоит из соединенных через синапсы чувствительного (афферентного) и двигательного (эфферентного) нейронов с их отростками (дендриты как афферентное звено, аксоны – как эфферентное), а также вставочного нейрона (интернейрона) между ними.

Нервная система – сложная система рефлекторных дуг и окружающей их нейроглии (прежде всего мозга), в значительной степени отделена от биологического организма (эта отделенность достигла своей завершенности у позвоночных), чем подтверждается ее относительно самостоятельная и иная, чем у всего с ней связанного биологического организма, системно-структурная целостность: она отграничена от биологических тканей и органов малопроницаемым для многих веществ «гематоэнцефалическим барьером», многослойными оболочками, заключена в костный «футляр» – череп и позвоночник, имеет собственную «квазиммунную» систему, основой которой является нейроглия, ее омывает особая жидкость, не встречающаяся в других тканях – ликвор.

Кора головного мозга и подкорковые ганглии у млекопитающих содержат около 10 млрд нейронов. Число же всевозможных связей между ними $(2^{10000000})^2 \cdot 100000$. Это самое большое из физически обо-

снованных конечных множеств. Количества вещества во Вселенной – примерно 10^{78} атомов водорода – заметно меньше³ [4].

Основным же элементом психоневрической формы движения материи является психоневрический индивид. Психоневрический индивид возникает с появлением мозга у животных и возможности формировать условные рефлексы.

Напомним, что стадии развития психики животных (до появления сознания) были предложены выдающимся советским психологом А.Н. Леонтьевым [2, 12, 13] и уточнены отечественным зоопсихологом К.Э. Фабри.

А.Н. Леонтьев выделил три стадии развития психики животных:

- элементарная сенсорная психика;
- перцептивная психика;
- интеллектуальная.

К.Э. Фабри выделил в первых двух стадиях (сенсорная и перцептивная) низшие и высшие уровни [16].

Основным свойством психики животного А.Н. Леонтьев считал деятельность, практически связывающую его с объективной действительностью, а производным от этого – психическое отражение воздействующих свойств этой действительности.

Мозг (окологлочные нервные ганглии) с возможностью формирования устойчивых условных рефлексов, по данным К.Э. Фабри, появляется на высшей стадии элементарной сенсорной психики (у кольчатых червей, особенно у многощетинковых кольчатых червей). Вероятно, на этой стадии и появляется психоневрический индивид и формируется психоневрическая форма движения и организации материи, которой – развившейся до интеллекта млекопитающих, особенно высших – предстоит стать материальным субстратом сознания человеческой личности.

На примере психоневрической формы движения и организации материи мы видим важность этих обоих факторов: уровня организации – степени сложности нервной системы и формы движения – высшая сенсорная, перцептивная и интеллектуальная психики. троенная нервная система психоневрических индивидов, структурно сформированная как мозг, является материальным носителем психики, развившейся у высших млекопитающих до интеллекта, у человекообразных приматов – до высшей его формы. Конечным специализированным элементом психоневрической формы движения материи, «предтечей» ее социаль-

³ Мы, таким образом, нашли конечные количественные величины, которые присутствуют во всех формах движения (количество атомов во Вселенной, количество межнейронных связей и т.п.). Это еще раз подтверждает тезис – число устойчивых материальных форм и содержаний конечно. Это говорит также и о том, что отношений объектов может быть значительно больше, чем самих объектов, а информации, порожденной этими отношениями, количественно больше, чем самих отношений.

ной формы, следует признать, таким образом, высшего интеллектуального психоневрического индивида и его мозг. Популяции перцептивных и интеллектуальных психоневрических индивидов: зоосоциумы (муравейники, пчелиные семьи и т.п.), стада млекопитающих (прайды) явление не социальное и не биологическое, а психоневрическое.

Именно психоневрика, развитая, как минимум, до перцептивного уровня, является системообразующим популяционным механизмом, создающим вполне сложно устроенные зоосоциумы. И это важное суждение: если психоневрика еще не является собственно системообразующим популяционным механизмом (на стадии элементарной сенсорной психики, кроме высших проявлений – не является), но лишь содействует системообразованию, то это еще биологические популяции (тот же пример кораллового рифа или популяций иглокожих); психоневрические зоосоциумы (прайды) начинаются с перцептивной психики.

Мы подошли к тому, чтобы сделать одно важное суждение. Психика – явление психоневрической формы движения материи и присуща исключительно животным организмам (зоорганизмам) – носителям нервной системы. Появляется психоневрическая форма движения и организации материи, как уже отмечалось, тогда, когда появляется мозг и возможность формирования условных рефлексов (т.е., когда появляется нейропсихика). Этот подход и известен как нейропсихизм. Иные подходы, наделяющие свойством психики всю природу (панпсихизм) или всю живую природу, включая растения (биопсихизм), говорят не о психике, а об иных феноменах, вытекающих из присущего всей природе свойства отражения или присущего живой природе свойства раздражимости и тропизма. Но это уже иные феномены, отличные от нейропсихики, и они требуют иного, чем психика, понятийного аппарата для своего описания.

В человеке интеллект преобразуется до сознания, возникает его материальный носитель – сознательный мозг человека, и формируется первичный элемент следующей, социальной формы движения и организации материи, – сознательный человеческий индивид, соединяющий в себе психоневрическую и возникшую социо-психологическую природы⁴. Можно сказать и так – обретший сознание интеллектуальный психоневрический индивид становится человеческой личностью, образом Божиим.

⁴ Надо заметить, что разделить психоневрику и социо-психологию (которые скреплены и взаимосвязаны, кажется, намертво) в человеке в естественной социальной среде весьма непросто. Однако жизнь иногда ставит такой жестокий эксперимент. Это дети-«маугли», произрастающие с ранних лет в звериных прайдах. Берусь утверждать, что в этих случаях мы имеем дело как раз с оголенной психоневрикой сознательного мозга человека, т.е. с интеллектом, но без социо-психологического компонента. Но все равно, сознание в своих элементарных проявлениях и здесь пробивается.

Основным элементом социальной формы является социальная личность – сознательный человеческий индивид, обретший полноту своей природы (духовную, социо-психологическую и психоневрическую) и аффилированный в этом качестве с социализированными объектами и/или субъектами. Именно социальные личности образуют семьи, сообщества и этносы.

Конечным элементом социальной формы являются энергоинформационно устойчивые системы этносов, способные создавать единую традицию – суперэтносы (народы)⁵ и, наконец, локальные цивилизации – предельные по величине геосоциальные системы, где соединены воедино суперэтносы, их традиция и географический ареал их жизнедеятельности (месторазвитие) [9]. Конечным же специализированным элементом социальной формы движения и организации материи является действительная (гармоничная) социальная личность, достигшая духовного совершенства и социальной гармонии, полноты своей субъектности, уже принадлежащая не только социальному, но и во многом духовному миру.

Как мы полагаем, начальные и конечные в иерархии формы движения и организации материи (физическая и социальная) испытывают влияние духовного мира, с которым они, не сливаясь, нераздельно взаимодействуют. Отсюда различные квантовые эффекты, т.н. «темная материя» и пр., в физике, которые, по нашему мнению, отражают такое влияние.

Социальная форма движения материи изначально, через человеческую личность (а также через «ядра» традиции локальных цивилизаций), пронизана влиянием духовного мира, которое нельзя не принимать в расчет. Сознание – феномен не только материального мира, но мира духовного. Промежуточные в иерархии формы организации и движения материи (химическая, биологическая, психоневрическая) такого влияния духовного мира не испытывают, что схематично отображено на рис. 1.

Интересно, что схожий с описанным выше подход к формам организации материи, но в философских категориях, был дан М. Шелером еще в первой четверти XX века. Он полагал, что если бы законы неорганического и органического мира обрели строгое единство, стала бы возможной формализация понятия сублимации применительно ко всему происходящему в мире. «Сублимация имела бы тогда место в каждом фундаментальном процессе, благодаря которому силы низшей сферы бытия в процессе становления мира постепенно становились бы на службу более высокой форме бытия и становления – как, например, силы взаимодействия электронов ставятся на службу атомной структуре, а силы, действующие в

⁵ Общество мы рассматриваем как негосударственную форму организации этносов и суперэтносов.

неорганическом мире – на службу структуре жизни. Становление человека и духа следовало бы тогда рассматривать как пока последний процесс сублимации природы, выражающийся одновременно во все большем предоставлении воспринятой организмом внешней энергии самым сложным процессам, какие мы только знаем – процессам возбуждения коры мозга, и в аналогичном психическом процессе сублимации влечения как переключении энергии влечения на «духовную» деятельность» [18].



РИС. 1.

Соотношение материального и духовного миров

Иными словами, говоря, по М. Шелеру, мы прослеживаем восходящую системную эволюцию в ряду форм движения и организации материи через сублимацию конечных элементов низшей формы и переходу через это к первичным элементам более высокой формы материального бытия, при этом, как нетрудно заметить, в неявном виде перечислены все пять материальных форм, включая и психоневрическую.

Формам движения и организации материи и системам их элементов присущи некоторые общие закономерности.

Во-первых, основные элементы всех форм движения материи организуются в форме периодических гомологических рядов по своим существенным свойствам, что говорит о наличии различных симметрий (и диссимметрий) в организации всех материальных форм и составляющих их элементов: «восьмеричная симметрия» М. Гелл-Манна и Ю. Неемана для элементарных частиц; периодический закон химических элементов Д.И. Менделеева; закон гомологических рядов биоорганизмов Н.И. Вавилова. Для всех психоневрических индивидов периодическая гомологическая типизация не выработана, но предварительные данные о наличии таких закономерностей – типологической классификации темпераментов и характеров в преде-

ТАБЛИЦА 1.

Формы движения и организации материи и их элементы⁶.

Форма движения и организации материи	Первичный элемент	Основной элемент	Конечные элементы
Физическая	Субэлементарные частицы и их поля («кварки»)	Элементарные частицы и их поля	Системы элементарных частиц и полей («звезды» и др. астрофизические объекты, плазма). Специализированный элемент – атом
Химическая	Молекула	Химический элемент	Системы макромолекулярных комплексов (липопротеиды, полисахариды, биомембраны, кристаллы, минералы и т.п.). Специализированный элемент – рибонуклеиновые кислоты (ДНК, РНК) и их нуклеопротеиновые комплексы
Биологическая	Клетка	Биоорганизм	Системы биоорганизмов (популяции, экосистемы, биоценозы). Специализированный элемент – нейрон
Психоневрическая	Элементарная рефлекторная дуга	Психоневрический индивид (и его мозг)	Системы психоневрических индивидов (зоосоциумы, в т.ч. прайды, стада). Специализированный элемент – высший интеллектуальный психоневрический индивид (и его мозг)
Социальная	Сознательный человеческий индивид (человеческая личность)	Социальная личность	Система социальных личностей – семья, сообщества, этносы, суперэтносы, локальные цивилизации. Конечный специализированный элемент – действительная (гармоничная) социальная личность

⁶ Некоторые авторы, в частности академик Б.М. Кедров, говорили и о такой форме движения материи, как геологическая. Однако приведенный нами анализ не подтверждает наличие такой формы. Речь может идти о химической форме, основные элементы которой организованы в сложно устроенные системы минералов, кристаллов и т.п., в конечном счете – в «твердые» космические тела. На этой основе и все космические тела можно подразделять на «физические» (системы атомизированной материи, в том числе собранные в звезды) и «химические» (сложно организованные системы химических элементов, в том числе собранные в планеты). Получается, что т.н. геологическая форма – не что иное, как разновидность (частный случай) химической формы движения и организации материи.

лах вида и близкородственных видов – имеются⁷. Для интеллектуального психоневрического индивида таковой можно считать периодическую типологизацию психотипов (социотипов, типов характера) К. Юнга – И. Майерс-Бриггс – А. Аугустинавичюте. Типизация интеллектуального индивида, очевидно, может быть методологической основой типизации психоневрического индивида вообще.

Для социальных личностей за основу их классификации мы предложили онтологическую классификацию, о чем поговорим ниже.

Из гомологических классификаций основных элементов можно вывести и их существенные свойства. Получается, что эти существенные свойства основаны на симметриях/асимметриях и количественных/качественных изменениях в ряду объектов, относящихся к основным элементам: у элементарных частиц, у химических элементов (заряд и число нуклонов их ядер), у биоорганизмов (фенотип и генотип), у психоневрических индивидов (темперамент и характер), и у социальных личностей.

Во-вторых, можно предложить два правила:

1) первичные и основные элементы всех форм движения материи уникальны и единственны: первичные элементы уникальны потому, что именно они являются тем единственным «зерном – идеей», из которой «прорастают» (структурно и функционально развиваясь) основные элементы данной формы движения и организации материи, которые поэтому также уникальны. В противном случае – если первичных элементов два и более, – то, соответственно, и основных элементов становится два и более, а значит, это уже могут быть разные формы движения материи, каждая со своим основным элементом;

2) объекты материального мира являют собой системное единство элементов различных форм движения материи в их иерархии, которые являют при этом новые качества благодаря известному системному свойству, именуемому эмерджентностью: появление нового качества в системе, отличного от простой совокупности индивидуальных качеств составляющих ее элементов. Именно так возникают, например, кристаллы шью (системно объединившие в себе элементы физической и химической форм, в результате ставшие объектами химической формы), клетка (системно соединившая физические и химические элементы, ставшие интегративным биологическим объектом),

древесина (физико-химико-биологический объект), мозг животного (система физических, химических, биологических и психоневрических элементов, ставшая сложным интегративным психоневрическим объектом).

В-третьих, каждой форме движения и организации материи соответствует своя комплексная базовая отрасль научного знания (говоря философским языком, каждой целостной онтологической системе соответствует своя целостная гносеологическая система). Получается, что их всего пять. Конечно, это целые отрасли науки, включающие большое количество внутренних научных направлений. Но их только пять – базовых отраслей знания, базовых гносеологических систем, базовых наук, отличающихся друг от друга предметом познания (а это есть соответствующая форма движения и организации материи) и своими методами познания. При этом все эти пять наук имеют характерные для каждой из них частные методы познания и схожие для всех них общие методы познания. Последние и составляют в совокупности общую методологию научного познания, применимую во всех пяти науках.

Первые три формы движения так и названы по своим наукам: физическую форму изучает физика (в широком смысле), химическую – химия, биологическую – биология. Психоневрическую форму, вероятно, изучает психоневрология (общая психоневрология), целостный канон которой еще не совсем оформился. Социальную же форму также должна представлять отдельная общая наука, канон которой также не сформирован. Исходя из состава элементов (первичного и основного) этой формы материального движения, такую науку уместно было бы назвать социоантропологией или социологией в широком смысле, соответствующем ее предмету познания – социальной форме движения и организации материи.

Заметим, что предложенный подход не делит науки на естественные и общественные. Есть только науки – каждая для своей формы движения и организации материи – и ненауки. Методы наук, как уже говорилось, подразделяются на частные и общие. Частнонаучные методы должны в своих основах опираться на общенаучные методологические подходы и не вступать с ними в методологическое противоречие – этим науки и отличаются от ненаук («квазинаук», «лженаук»).

В-четвертых, уровни организации материи можно разложить на подуровни; в основе этого подразделения – иерархия элементов и структур данной формы организации материи. Так, например, каждый химический элемент имеет свои изотопы, которые тоже можно разложить в иерархию внутри элемента, исходя из числа нейтронов ядер элементов; биологический уровень можно разложить на такие подуровни: клетка – ткани – орган – организм (биоорганизм) – популяция биоорганизмов; и все они при этом элемен-

⁷ Асимметрии составляющих нервные системы морфо-функциональных элементов и их соотношений – базовое свойство психоневрики. Во внешней активности индивидов эти асимметрии проявляются прежде всего как особенности темпераментов и характеров. Типологизация характеров (и связанных с ними темпераментов) структурно схожих (изомерных) нервных систем различных зооидов неизбежно будет в форме гомологического ряда, как и все типологизации материальных систем, основанные на асимметрии составляющих их – и при этом изомерных друг другу – элементов.

ТАБЛИЦА 2.

Соотношения форм движения и организации материи, их основных элементов и форм их познания

Форма движения и организации материи	Основной элемент	Периодическая гомологическая типологизация основных элементов	Комплексная базовая отрасль науки, изучающая форму движения материи
Физическая	Элементарные частицы и их поля	«Восьмеричная симметрия» элементарных частиц М. Гелл-Манна – Ю. Неемана	Физика
Химическая	Химический элемент	Периодический закон химических элементов Д.И. Менделеева	Химия
Биологическая	Биоорганизм	Закон гомологических рядов наследственной изменчивости биоорганизмов Н.И. Вавилова	Биология
Психоневрическая	Психоневрический индивид	Гомологическая типологизация психотипов психоневрических индивидов (основа – гомологичная типологизации темпераментов и характеров (психотипов) К. Юнга – И. Майерс-Бриггс – А. Аугустинавичюте для интеллектуального индивида)	Психоневрология (общая)
Социальная	Социальная личность	Периодическая гомологическая классификация 384 типов социальных личностей	Социология (социоантропология)

ты этой системы, которая называется биологическая форма движения и организации материи. Мы видели выше, как психоневрическая форма по свойствам психики и устройства мозга (нервной системы) делится на уровни: высший сенсорный психоневрический индивид – перцептивный индивид (низший и высший) – интеллектуальный индивид и т.д.

Вернемся к социальным личностям и рассмотрим схематично их онтологическую классификацию. Для этого мы кратко рассмотрим еще два содержательных явления материального мира – закон парных альтернатив (дихотомий) и гармонию. Существенные характеристики явлений и элементов форм движения и уровней организации материи – противоположно парные (дихотомичные). Это было отмечено еще Г. Гегелем и нашло отражение в его двух диалектических законах – единства и борьбы противоположностей и отрицания отрицания («тезис – антитезис – синтез»). Системность дихотомичности (двухполюсности) материальных явлений была описана и Н. Бором, обобщившим принцип неопределенности В. Гейзенберга для квантовых явлений микромира и распространившего его на все явления материального мира (принцип дополненности Бора).

Закон дуальных альтернатив, по мнению О.Б. Балакшина [3], отражает первичную структуру, источники движения и гармонию саморазвития материальных систем и характеризует существование безбрежного поля взаимосвязанных дуальных противоположностей.

Гармония проявляется в феномене дуального отрицания: «тезис – антитезис – синтез» (диалектический закон отрицания отрицания), являя так гармонию синтеза («парадоксального тождества альтернатив»). Гармония обеспечивает целостность любой системы

(как материальной, так и информационной), которая определяется ее содержанием, т.е. категориями равновесия, постоянства, устойчивости и сохранения. Само понятие «содержание» неразрывно связано с категориями «формы», определяющей многообразие состояний и типы движений систем: содержание как бы ответственно за существование материи как целого, форма – за многообразное выражение сущности целого в отдельном, конкретном, различном, частном. При этом, по мнению О.Б. Балакшина, материю можно описать как массу, обладающую конкретной формой или как форму, обладающую массой (нетрудно заметить, что это соотносится с вышеприведенными положениями Г. Гегеля). А можно и так: материя есть масса и форма в симметрии и асимметрии целостности их содержания, которое стремится к гармонии [3, С. 23, 69]⁸.

Большую роль в формировании гармоничных состояний различных форм движения материи и уровней ее организации играет числовое понятие «золотого сечения» и установленные им границы – число Фибоначчи и его обратное значение: 0, 618 и 1,618. Важными понятиями, связанными с сущностью гармонии, являются понятия симметрии и асимметрии. Вооружившись этими понятиями, приступим к конструированию классификации социальных личностей.

Будучи одновременно субъектом и объектом духовного и материального миров, а в социальном

⁸ По-видимому, масса (энергия) выступает здесь как содержание. При этом связь между массой и энергией выражается классической формулой Эйнштейна: $E=mc^2$, где E – энергия, m – масса, c – скорость света.

мире, в свою очередь, – субъектом и объектом двух самостоятельных измерений: цивилизационного, или ментально-культурно-этнического, и социально-экономического (К. Маркс называл его формационным), социальная личность существует одновременно во всех этих базовых измерениях своего бытия. Духовный мир в бытии социальной материи проявляется своим отражением, которое нам известно как дуальная альтернатива добра и зла.

Схематично три эти пары дуальных альтернатив можно изобразить пересечением трех онтологических осей (или плоскостей): добро-зло; цивилизованность – глобальность (глобализм, или отсутствие цивилизованности на самом деле); капитал-труд (эта дихотомия отражает место социальной личности в сложной системе производительных сил и производственных отношений, количество и качество его аффилиции с вещами и обязательствами)⁹.

На каждой онтологической оси (плоскости), ближе к ее центру, существует зона, в которой отношения дихотомических пар не являются антагонистическими, т.е. не являются непримиримыми в рамках данной онтологической системы: иными словами, их асимметрия не так выражена. Это зона гармонии, там происходит (может происходить) гармоничный синтез. Если мы условно очертим линией гармонии все три наших оси или плоскости, то в их центре получим пространство, представляющее устойчивое гармоничное состояние социальной личности, строй гармоничной интегративности¹⁰, в котором установлена и устойчиво поддерживается гармония между добром и злом в их личностно-социальном измерении, между суперэтнической цивилизованностью и универсальным человеческим всеединством, между трудом и капиталом (рис. 2).

Квадранты пересечения трех наших плоскостей и зона гармонии дают нам описание онтологических состояний социальной личности, которые могут быть и мировоззренческими состояниями:

1. Онтологии зла:

1.1., 1.2. локальный (цивилизационный, этнический) социал- и либерал-фашизм и этнонационализм;
1.3. глобальный капитализм, империализм (неолиберальный глобализм);

1.4. глобальный коммунизм (в политической истории известен как «троцкизм»).

2. Дисгармоничные онтологии:

2.1. локальный капитализм (неолиберализм) – в пределах страны или цивилизации;

И.В. БАБИЧЕВ
К ВОПРОСУ О ФОРМАХ ДВИЖЕНИЯ И УРОВНЯХ
ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ: КАК УСТРОЕН
МАТЕРИАЛЬНЫЙ МИР

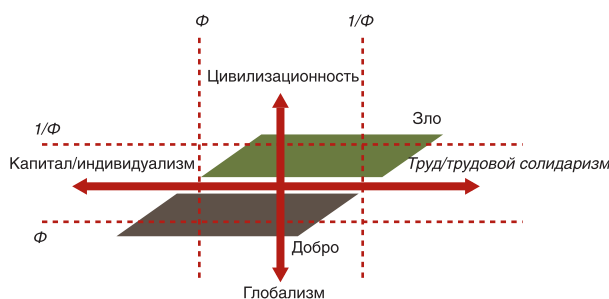


Рис. 2.

Устойчивое гармоничное состояние социальной личности, строй гармоничной интегративности

2.2. локальный социализм – в пределах страны или цивилизации;

2.3. субглобальный капитализм (субглобальный империализм, неолиберализм) – в ареале нескольких стран и/или цивилизаций;

2.4. субглобальный коммунизм (субглобальный социализм) – в ареале нескольких стран и/или цивилизаций.

3. Гармоничная интегративность. Это как раз та самая объективная идеология, приводящая социальные личности (в том числе государства-цивилизации) не к катастрофе, но к устойчивому, гармоничному и целостному развитию.

Гармония складывается из соотношений симметрий/диссимметрий. Каждая онтологическая ось, чтобы обрести гармонию внутри себя, выстраивает симметрию/диссимметрию своих частей, динамически меняющуюся с течением исторического времени, причем, как и полагается динамике симметрий, меняется периодически.

Периодичность смены технологических и мирохозяйственных укладов и связанных с этим внешних и обязательственных прав и отношений (ось «капитал – труд») подмечена и описана уже давно рядом исследователей [6].

Периодическая цикличность («конец – и вновь начало») развития суперэтносов и связанных с ними цивилизаций (ось «цивилизация – глобальность») подробно описана Л.Н. Гумилевым [7, 8].

Периодическая смена вех «добра – зла» в жизни социальных систем, особенно больших, давно подмечена (когда времена ожидания антихриста (даждя) – «было хуже, но не было подлее» – сменяет более спокойное, устойчивое и гармоничное время), но точно не описана.

Сама человеческая личность, лежащая в основе социальной личности, имеет трисидную природу: духовную, душевную (социо-психологическую) и психоневрическую. Психоневрическая природа человека имеет 16 психотипов (Юнг – Майерс-Бриггс – Аугустиновичюте).

⁹ Представление о трех подходах к изучению социальной истории – формационном, цивилизационном и духовном – и синтезирующим их комплексном подходе описательно дал, в частности, О.Н. Забегайло в своей монографии «Духовное понимание истории» [11].

¹⁰ Некоторые авторы (в частности, Ю.В. Яковец) называют его интегративным социализмом.

Индо-арийская традиция установила 4 типа социо-психологической природы: брахманы (мыслители), кшатрии (воины), вайшьи (предприниматели), шудры (рабочие и крестьяне). Ошибка индуизма состояла, по нашему мнению, в том, что в нем абсолютизировались эти касты (варны), и человек фиксировался в них навсегда по факту рождения. Но это не так. Принадлежность к этим варнам – индивидуальная социо-психологическая особенность человека, связанная с его генотипом, но не связанная жестко с его семейной родословной: в семье шудр может родиться кшатрий, в семье кшатриев – брахман и т.д., что мы нередко видим в жизни и истории. Мы взяли эту терминологию из индо-арийской традиции как наиболее разработанную, но можно договориться и о других терминах. Главное, что суть остается именно таковой: социо-психологическая природа человеческой личности имеет 4 типа, не связанных с психоневрическими психотипами, – мыслители, воины, предприниматели (дельцы) и работники.

Еще два типа из добра/зла: преимущественно добрые и преимущественно злые.

Отдельная личностная характеристика – воля, имеющая психоневрическую природу. Волевою характеристику личности разработал Л.Н. Гумилев в своей теории пассионарности, разделив все человеческие личности по уровню и качеству воли на 3 типа: пассионариев, гармоников и субпассионариев. Он писал, что можно дать и более дробную характеристику человеческих личностей по признаку воли, но нам представляется, что для наших целей достаточна и эта [7, 8].

Итак, мы имеем 16 психотипов $\times$ 4 социо-психологических типа $\times$ 2 духовных типа $\times$ 3 волевых типа = 384 типа человеческой личности. Добавим еще и гендерные (мужчина/женщина) особенности человеческих типов. Поистине цветущая сложность социального мира, формирующая и обрамляющая мировоззренческие и социальные онтологии, описанные нами выше.

Исходя из представленного, предлагаем последующим исследователям найти периодическую гомологическую классификацию социальных личностей; мы пребываем в полной убежденности, что таковая существует. Такая классификация позволит уточнить и сами типы социальных личностей, и их характеристики (как это произошло с химическими элементами при построении Д.И. Менделеевым их периодической гомологической классификации).

Канон общей методологии научного знания до сего дня не сложился. Возможно и потому, что такой задачи определенно не ставилось. Однако можно попытаться назвать те сферы методологического знания, которые могут составить общую методологию всех наук. Это математика, включая математическую логику, математику (и физику) пространства-времени, теорию групп;

философия в той ее части, где она выступает именно как методология познания (прежде всего это диалектика и логика); общая теория систем, теория информации, теория симметрии, теория гармонии.

Отдельно нужно сказать об общей теории систем. Вероятно, сегодня это основная (наряду с математикой и логикой), и, возможно, объединяющая часть канона общенаучной методологии. Это связано прежде всего с тем, что системность – одно из фундаментальных свойств материи. Мы не будем здесь за неимением места подробно и полно излагать основы теории систем и отсылаем к соответствующим источникам [14, 15]. Это же касается и теории симметрии / диссимметрии – явления, лежащего, наряду с системностью, в основе периодических закономерностей устройства основных элементов пяти форм движения и организации материи и их развития.

Обсуждая методологию знания, необходимо коснуться чуть подробнее явления, именуемого информацией и, соответственно, теорию информации как основу знаний об этом явлении. В информационном обществе, в котором мы живем, формируя системы искусственного интеллекта (ИИ, AI), элементарные сведения о феномене информации необходимы.

В отличие от материи, информация может быть уничтожена, создана, а потом и размножена. Именно информация, содержащаяся в объекте и отраженная в субъекте, задает качество (существенные свойства) объекта, проявляет иные его свойства как грани его качества, а познание есть отображение качества и свойств объекта в сознании, перенося информацию от объекта к субъекту [10]. Носителем информации являются материальные процессы – сигналы, воспринимаемые получателем как знаки, наделенные некоторым значением. Таким образом, информация – явление нематериальное, материя является лишь ее носителем.

К. Шеннон определял информацию как меру количества снятой неопределенности. Формула Шеннона для количества информации выглядит так: $I = \log_2(N/n)$, где N – количество возможных состояний, n – количество отображенных состояний. Если на каждый вопрос можно дать только один из двух вариантов ответа (двоичные «да», «1» или «нет», «0»), то полученный ответ увеличивает количество информации на одну единицу – бит. В общем случае, если задавать вопросы, допускающие несколько ответов, формула для количества информации приобретает вид: $I = k \ln(N/n)$, где k – константа, зависящая от числа возможных ответов, $\ln$ – натуральный логарифм (логарифм по основанию e).

Мы можем отражать какое-либо свойство некоторого объекта (т.е. часть информации, содержащейся в некотором объекте) системой знаков (символов, кодов). К. Шеннон доказывал, что любую информацию можно отразить цепью знаков соответствующей дли-

ны. Простейший код – двоичный, хотя могут быть и другие, сколь угодно сложные коды (системы знаков).

Можно предположить, что количество снятой неопределенности при отображении некоей информации (особенно при использовании сложных кодов) зависит и от принимающего объекта/субъекта и от контекста, то есть от другой отображаемой информации. Например, для человека, не владеющего китайским языком, текст, написанный китайскими иероглифами, никакой информации не несет, а для владеющего – вполне несет. Получается, что количество информации зависит от принимающего субъекта, т.е. перестает быть объективной величиной. И, значит, этот параметр нельзя использовать, решая объективные задачи.

Однако это несколько неточно. Количество информации не зависит от субъекта. От субъекта зависит ее ценность, т.е. количество информации, которое может быть создано в результате отображения данной информации в сознании субъекта и не может быть создано без нее. Новая информации у субъекта создается в результате цепочки отображений в сознании полученной и уже имеющейся информации. А уже имеющаяся информация зависит от субъекта, поэтому и ценность информации зависит от субъекта. Если в сознании субъекта нет информации, позволяющей перекодировать китайские иероглифы, то новой информации при отображении не создается, и поступающая информация имеет для субъекта нулевую ценность. Получается, что информация не только нематериальна, но еще и субъективна по ценностному параметру.

Информации связана с материей (с ее двумя состояниями – вещества и энергии), но не напрямую, а опосредовано: с веществом через структуру, а с энергией – через энтропию. Кодирова информацию, т.е. перенося ее на вещественный носитель, мы тем самым структурируем носитель, переводим информацию в структуру.

У структуры есть важное свойство: любая структура, и, соответственно, закодированная в ней информация, устойчива в некотором диапазоне условий. Иначе, поскольку условия постоянно меняются, а материя находится в непрерывном движении, она существовала бы бесконечно малое время и не успела бы никак проявиться. Следовательно, структура должна как-то сопротивляться изменениям внешних условий, в том числе воздействию на нее других объектов. При ответе структуры объекта на внешние воздействия и проявляются свойства объекта: получается, что свойства объекта порождаются его структурой, а значит – содержащейся в ней информацией. Из этого Д.М. Жилин делает три вывода:

- свойства имеют информационную природу, а значит, могут быть размножены, отображены, уничтожены;
- разные свойства объекта взаимосвязаны через его структуру, поэтому познание структуры – ключ к познанию объекта;

– существование материи без структуры (т.е. не несущей никакой информации) невозможно – по меньшей мере, для сознания субъекта – поскольку такая материя никак не проявляется и не имеет никаких свойств [5; 10, С. 23].

В 1865 г. для описания процессов теплообмена и смешения веществ Р. Клаузиус ввел понятие «энтропия» и с его помощью переформулировал второй закон термодинамики (первым законом был закон сохранения материи): в изолированной (ничем не обменивающейся с внешней средой) совокупности взаимодействующих объектов все процессы протекают таким образом, чтобы энтропия росла. В 1872 г. Л. Больцман определил энтропию как меру беспорядка и ввел формулу для ее расчета (поразительно похожую на формулу Шеннона для количества информации): $S = k \ln W$, где S – энтропия, k – постоянная Больцмана, W – число возможных микросостояний в данном макросостоянии. Именно Больцману принадлежит фраза, что «энтропия характеризует недостающую информацию», которую потом, уже в 1948 г., утвердит К. Шеннон своей формулой, в которой N/n и есть W в формуле Больцмана, эти показатели близки и по смыслу. Можно сказать, что энтропия – это мера неснимаемой неопределенности.

Для полного снятия неопределенности, к примеру, в кристалле металла, содержащем 10^{24} атомов, и принимая, что эти атомы неразличимы между собой, достаточно семи параметров. Если же полностью разрушить кристаллическую структуру, порвав все связи между атомами, то кристалл превратится в газ. В газе координаты атомов друг от друга не зависят, поэтому для полного снятия неопределенности относительно их координат по трем пространственным осям нужно 3×10^{24} параметров. Но, поскольку атомы (молекулы) газа непрерывно движутся, получить эти параметры невозможно – они непредсказуемым образом изменяются непосредственно в процессе получения. Поэтому в газе неопределенность относительно координат молекул в принципе не снимается, а значит энтропия – мера беспорядка – в газе оказывается достаточно высокой.

Интересно, что при изменении микросостояния такого газа (а, именно, координат и импульсов входящих в него атомов) его макросостояние, измеряемое совокупностью макроскопических параметров (давление, температура, объем, число и природа частиц), останется постоянным. Получается, что существует множество микросостояний, реализующих одно и то же макросостояние газа, но только одно микросостояние, реализующее одно и то же макросостояние идеального кристалла. Именно эти количества микросостояний и подставляются в формулу Больцмана.

Согласно второму закону термодинамики, представленные себе структуры в изолированной системе разрушаются. Однако в реальной жизни изолиро-

ванные системы – это идеальная модель. В реальной жизни, чтобы разрушить структуру, надо подвести к ней необходимое и достаточное количество энергии (а если энергию отвести, то структура может образоваться). Говоря в общем виде, из термодинамических расчетов вытекает, что количество рассеянной энергии (для физико-химических процессов это тепловая энергия), которую нужно подвести, чтобы разрушить структуру тем больше, чем прочнее связи в структуре, и тем меньше, чем сильнее степень ее разрушения (саморазрушения). При образовании же структуры рассеивается тем больше энергии, чем прочнее образующиеся связи, и тем меньше, чем сложнее образующаяся структура.

Отклонение процессов от равновесия (когда количество поступающей в систему энергии не равно количеству выделяемой) приводит к уменьшению затрат рассеянной энергии на разрушение структуры. Это происходит потому, что в неравновесном процессе поступающая извне рассеянная энергия концентрируется на небольшом количестве связей. То же самое происходит, если специально направить энергию на определенную связь (а это, фактически, и означает целенаправленно провести неравновесный процесс). Но направить поток энергии на определенную связь – значит, вложить в него информацию. А вложив информацию, мы тем самым снижаем затраты энергии на разрушение. Со смертельной дозой радиации организм получает столько же энергии, сколько и со стаканом теплого чая. Но радиоактивное излучение – достаточно низкоэнтропийная форма энергии. Оно воздействует на небольшое число существенных связей и рвет их, что приводит к гибели организма. Энергия же, содержащаяся в теплом чае, рассеивается по всему организму и ее на разрыв связей не хватает.

Получается, что чем больше информации нанесено на поток энергии, тем меньше ее нужно для создания структуры. То есть при создании и разрушении (а, следовательно, и при перестройке) структур информация и энергия до определенных пределов взаимозаменяемы. Здесь мы еще раз видим, что материя и информация находятся в неразрывном единстве. При этом материя (в форме энергии) воздействует на информацию, вплоть до возможности ее уничтожения, а информация – на материю. Информация и материя, образуя дополнительную дихотомическую пару сущностей, находятся в постоянном противоречии и борьбе, а диалектическое снятие противоречий между ними (их гармонизация) есть причина развития.

Из всех этих явлений и выводов возникло убеждение, в том числе связанное со сходством формулы Больцмана для определения энтропии ($S = k \ln W$) с формулой Шеннона ($I = k \ln (N/n)$) для определения количества информации, что именно информация противостоит нарастанию материальной энтропии, и именно человек, а точнее – социальная личность,

как ее носитель и продуцент противостоит нарастанию энтропии (хаоса) в этом мире. Причем, чем выше субъектность (действительность) социальной личности, тем выше ее способность производить качественно более структурирующую и формирующую материю информацию, тем выше его способность быть со-творцом Божьего творчества в этом мире!

Завершим этот текст некоторыми, как нам представляется, важными общеметодологическими суждениями. Будем одно из них считать аксиомой, а другое – гипотезой. Аксиома такова: число устойчивых форм и содержаний (существенных свойств) элементов движения и организации материи конечно. Форма и содержание образуют диалектическую (дополнительную) пару, а, значит, неразрывно соотносятся друг с другом. При этом помним, что устойчивость материальных форм есть признак гармонии составляющих ее дипольных (дихотомических) сущностей.

Действительно, число устойчивых элементарных частиц (признаки их устойчивости описаны в физике) – конечно, устойчивых химических элементов – конечно, биоорганизмов – при всем их невероятном разнообразии – конечно, число психотипов психоневрических индивидов – конечно (у человека и, по видимому, у всех интеллектуальных индивидов, – их 16), количество форм и содержаний социальных личностей также конечно (выше мы даем число 384).

Конечность форм и содержаний элементов движения и организации материи вытекает из системного универсального периодического закона гомологических рядов их основных элементов, поскольку любой количественный ряд материальных объектов конечен (в математике количественные ряды, например, натуральный ряд чисел, бесконечны, но только потому, что они нематериальны).

Мысль эта не нова. Об этом писал еще Г. Гегель (в той же «Науке логики», гл. 3): «Форма, поскольку она предполагает материю как свое иное, конечна. Материя, предполагающая форму как свое небытие, есть конечная материя...». Правда, В.И. Ленину (а он был незаурядный мыслитель) принадлежит иное суждение (в его работе «Материализм и эмпириокритицизм»): «электрон также неисчерпаем, как и атом, природа бесконечна, и она бесконечно существует...».

И все-таки материальная природа конечна. Конечно все: скорость (ограничена скоростью света), число атомов во Вселенной, количество отношений между объектами, время существования объектов и пр. Все это может быть большим, но не бесконечным. Некоторые современные авторы пытаются вывести аксиому (принцип) конечности бытийных форм и содержаний из принципа неопределенности В. Гейзенберга: количество возможных состояний объекта, существенное для решения различных задач, ограничивается точностью измерительных приборов и принципом неопределенности В. Гейзенберга [10, С. 16], а это величины,

понятно, конечные. Мы полагаем, что дело обстоит как раз наоборот: это принцип неопределенности В. Гейзенберга, как и многие другие закономерности бытия, является следствием, в том числе, аксиомы конечности форм и содержаний материального мира.

А еще – общеметодологическая гипотеза, которая автору представляется чрезвычайно важной, и на мысль о которой его навел В. Франкл¹¹. Мы не изобрели пока универсальную меру для измерения системной организованности материи и форм ее движения (возможно, такой мерой является информация, отражающая такую организованность). Но когда изобретем (а мы со временем ее изобретем, главное – поставить такую задачу), мы можем подтвердить эту гипотезу. А она состоит в следующем: системная организованность в ряду форм движения и организации материи соотносится в пропорции золотого сечения. Пропорция золотого сечения – 0,618, точнее корень квадратный из пяти минус один деленное на два – выводится из фундаментального соотношения гармонии: целое относится к большей части, как большая часть к меньшей (т.е. если хотите иметь гармонию, то соотношение форм должно быть таково). Геометрически это изображается соответствующим делением отрезка в пропорции золотого сечения, чтобы эта закономерность соблюдалась.

Так вот, судя по всему, системная организованность физической формы движения материи (ее основных элементов) относится к химической в соотношении золотого сечения (т.е. 0,618); химическая к биологической в таком же соотношении и так вплоть до социальной формы (элементарная частица – химический элемент – биоорганизм – психоневрический индивид – социальная личность).

И тогда становится понятным, откуда взялась эта фундаментальность константы золотого сечения и ее почетное место среди мировых констант (наряду с числом пи, числом е, постоянной Планка, скоростью света и элементарным электрическим зарядом) – это соотношение структурной организованности основных элементов в иерархии форм движения и уровней организации материи! И отсюда вытекает, почему эти формы движения и организации материи только такие и никакие другие: константа соотношения орга-

И.В. БАБИЧЕВ
К ВОПРОСУ О ФОРМАХ ДВИЖЕНИЯ И УРОВНЯХ
ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ: КАК УСТРОЕН
МАТЕРИАЛЬНЫЙ МИР

низованности (золотого сечения) их объективизирует и не дает возможности вставить иные произвольные формы в этот ряд. Ведь и другие мировые константы в той или иной степени и форме отражают именно эту структурно-системную организованность материи и именно этот феномен – гармония – похоже, и связывает это все между собой¹².

Крутом в природе, в основе всех ее устойчивых форм организации и движения – гармония! И социальная форма не может – и не должна – быть исключением.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Артюхов В.В.** Общая теория систем: самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы. М., 2014. С. 139.
2. **Бабичев И.В.** Лекция о феномене человеческой личности // Местное право. 2017. №4–5. С. 117–118.
3. **Балакшин О.Б.** Гармония – новая роль в естествознании: дуализм альтернатив гармонии, познания и саморазвития систем: от симметрии к асимметрии. Изд. 6-е. М., 2016. С. 23, 69, 90.
4. **Бир С.** Мозг фирмы. М., 2005.
5. **Гегель Г. В.Ф.** Наука логики. М.: АСТ, 2019. 912 с.
6. **Глазьев С.Ю.** Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М., 2018. С. 37–128.
7. **Гумилев Л.Н.** Этногенез и биосфера Земли. М.: Айрис-пресс, 2023. 559 с.
8. **Гумилев Л.Н.** Древняя Русь и Великая степь. М.: Мысль, 1989. 766 с.
9. Декларация Федерального Народного Совета солидарного общества «Онтология Гармонии, Добра, Высокой мечты и Победы для России и мира». fnsdobro.ru.
10. **Жилин Д.М.** Теория систем: опыт построения курса. Изд. 6-е. М., 2017. С. 19.
11. **Забегайло О.Н.** Монография «Духовное понимание истории». М., 2006. С. 370.
12. **Леонтьев А.Н.** Проблемы развития психики. М., 1972.
13. **Леонтьев А.Н.** Эволюция, движение, деятельность. М., 2012. С. 129.

¹¹ В. Франкл в своей классической работе «Человек в поисках смысла» высказывает такую мысль: «взаимоотношения между (узким) миром животного и (более широким) миром человека и (всеобъемлющим) сверхмиром соответствуют, таким образом, так называемому «золотому сечению» [17]. Это можно ведь сформулировать и так: системно-структурная организованность основных элементов психоневрической формы движения материи и социальной формы соотносятся в пропорции золотого сечения. Но В. Франкл идет дальше и высказывает мысль, что и системно-структурная организованность основных элементов социальной формы материи и духовного мира также соотносятся (должны соотноситься?) как золотое сечение! А вот об этом уже надо поразмышлять: не отсюда ли человек – образ Божий?

¹² Действительно, «постоянная тонкой структуры» α , характеризующая электромагнитные взаимодействия и их соотношения с сильными взаимодействиями элементарных частиц и их полей, выводится как $\alpha = 2\pi mc/e^2$, где h – постоянная Планка, c – скорость света, e – заряд электрона, n – постоянная, равная $6/5 \Phi^2$ (Φ – число Фибоначчи, константа золотого сечения). С другой стороны, число α можно найти по формуле $1/\alpha = 3/5 n^2 e^2$ (Шермгорн, 1985), где e – число Эйлера, основание натуральных логарифмов, которое равно $42/25 \Phi$. Подставляя значение e и n , выраженные через Φ , в формулу Шермгорна, получим формулу «постоянной тонкой структуры», выраженную исключительно через Φ . – См. подробнее об этих и других феноменах пространственно-временной симметрии, связанной, в том числе, со структурными уровнями организации материи [1].

14. СКЛЯРОВ И.Ф. Система-системный подход-теории систем. М., 2011, 2016.
15. УРМАНЦЕВ Ю.А. Общая теория систем в доступном изложении. М.-Ижевск, 2014; Система. Симметрия. Гармония. / Под ред. В.С. Тюхтина, Ю.А. Урманцева. М., 1988.
16. ФАБРИ К.Э. Основы зоопсихологии. 2-е изд. М., 1993. С. 209.
17. ФРАНКА В. Человек в поисках смысла. М., 1990. С. 163.
18. ШЕЛЕР М. Избранные произведения. М., 1994. С. 172–173.
19. ЭНГЕЛЬС ФРИДРИХ. Диалектика природы / Институт марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. М.: Политиздат, 1975. 359 с.

REFERENCES

1. ARTYUKHOV V.V. General theory of systems: self-organization, sustainability, diversity, crises. Moscow, 2014:139. (In Russian).
2. BABICHEV I.V. Lecture on the phenomenon of human personality. Local law. 2017;4–5:117–118. (In Russian).
3. BALAKSHIN O.B. Harmony – a new role in natural science: dualism of alternatives to harmony, cognition and self-development of systems: from symmetry to asymmetry. Moscow, 2016:23, 69, 90 and others. (In Russian).
4. BIR S. The brain of the company. Moscow, 2005. (In Russian).
5. HEGEL G.V.F. Наука логики. Moscow: AST, 2019:912. (In Russian).
6. GLAZYEV S.Y. A leap into the future. Russia in new technological and world economic structures. Moscow, 2018:37–128. (In Russian).
7. GUMILEV L.N. Ethnogenesis and the biosphere of the Earth. Moscow: Iris-press, 2023:559. (In Russian).
8. GUMILEV L.N. Ancient Rus and the Great Steppe. Moscow: Mysl, 1989:766. (In Russian).
9. Declaration of the Federal People's Council of the Solidarity Society «The Ontology of Harmony, Goodness, High Dreams and Victory for Russia and the world». fnsdobro.ru. (In Russian).
10. ZHILIN D.M. Theory of systems: experience in building a course. Moscow, 2017:19. (In Russian).
11. ZABEGAILO O.N. Monograph «Spiritual understanding of history». Moscow, 2006. (In Russian).
12. LEONTIEV A.N. Problems of the development of the psyche. Moscow, 1972. (In Russian).
13. LEONTIEV A.N. Evolution, movement, activity. Moscow, 2012:129 and others. (In Russian).
14. SKLYAROV I.F. System-system approach-theory of systems. Moscow, 2011, 2016. (In Russian).
15. URMANTSEV YU.A. General theory of systems in an accessible presentation. Moscow, Izhevsk, 2014; Sistema. Symmetry. Harmony. Edited by V.S. Tyukhtin, Yu.A. Urmantsev. Moscow, 1988. (In Russian).
16. FABRI K.E. Fundamentals of zoopsychology. 2nd ed. Moscow, 1993:209. (In Russian).
17. FRANKL V. Man in search of meaning. Moscow, 1990:163. (In Russian).
18. SHELER M. Selected works. Moscow, 1994:172–173. (In Russian).
19. FRIEDRICH ENGELS. Dialectics of nature. Institute of Marxism-Leninism at the Central Committee of the CPSU. Moscow. Politizdat, 1975:359. (In Russian).

Бабичев Игорь Викторович,
д.ю.н., руководитель аппарата Комитета Государственной
Думы по региональной политике и местному самоуправле-
нию

➔ 103265, г. Москва, ул. Охотный Ряд, д. 1,
103265, Moscow, Okhotny Ryad St., 1,
тел.: +7 (905) 763-92-54,
e-mail: babichev@duma.gov.ru, ibabou@yandex.ru

УДК 620.9:008

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-1-136-140

Дискуссионная статья

EDN: ZPVNBQ

ЦИВИЛИЗАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ «ПРИРОДА—ОБЩЕСТВО—ТЕХНОСФЕРА»

А.А. Левченко¹,
С.В. Кибальников²,
Д.А. Посконный³

¹АО «Газпром энергосбыт Тюмень»,
г. Сургут, РФ

²Глобальный университет Игоря
Рыбакова, Москва, РФ

³Международный институт информа-
тики управления экономики и права
в г. Москве (МИИУЭП), Москва, РФ

Предлагается синтетический подход к понятию «энергия», преодолевающий разрыв между естественными и гуманитарными науками. Ключевая идея – рассмотрение цивилизации как сложной системы, эффективность которой («цивилизационный КПД») измеряется отношением полезных энерготрансформаций к затратам, включая не только физические, но и ментальные, культурные и метафизические.

Предложена модель цивилизационной энергетики, учитывающая физико-химические, культурные, когнитивные и метафизические компоненты. Особое внимание уделено разработке тензорной модели цивилизационного энергобаланса для количественной оценки влияния межпоколенческих эффектов и устойчивости био-техноценозов.

Для подтверждения концепции использованы исторические данные и результаты кросс-культурных исследований. Показана эффективность применения акторно-сетевой теории и квантово-топологических моделей для прогнозирования технологических переходов.

Разработаны критерии устойчивости, включая техно-гуманитарный баланс и скорость изменения культурной энтропии. Предлагается дальнейшее развитие цивилизационной энергетики через создание цифровых двойников цивилизаций и экспериментальных установок для изучения метафизической компоненты энергии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цивилизационная энергетика, энергетический КПД цивилизации, техно-гуманитарный баланс, био-техноценоз, акторно-сетевая теория, тензорный анализ

Discussion article

**CIVILIZATIONAL ENERGY:
INTERDISCIPLINARY MODEL
FOR THE ANALYSIS OF ENERGY
PROCESSES IN THE «NATURE-SOCIETY-
TECHNOSPHERE» SYSTEM**

A.A. LEVCHENKO¹, S.V. KIBALNIKOV²,
D.A. POSKONNY³

¹GAZPROM ENERGOSBYT TYUMEN BRANCH,
SURGUT, RF

²IGOR RYBAKOV GLOBAL UNIVERSITY,
MOSCOW, RF

³INTERNATIONAL INSTITUTE OF
INFORMATICS OF MANAGEMENT, ECONOMICS
AND LAW IN MOSCOW (MIUP), MOSCOW, RF

A synthetic approach to the concept of “energy” is proposed, bridging the gap between natural sciences and humanities. The key idea is to consider civilization as a complex system, the effectiveness of which (“civilizational efficiency”) is measured by the ratio of useful energy transformations to costs, including not only physical, but also mental, cultural and metaphysical. A model of civilizational energy is proposed that takes into account physico-chemical, cultural, cognitive and metaphysical components.

Special attention is paid to the development of a tensor model of the civilizational energy balance for quantifying the impact of intergenerational effects and the sustainability of biotechnocenes. Historical data and the results of cross-cultural research were used to confirm the concept. The effectiveness of using actor-network theory and quantum-topological models for predicting technological transitions is shown. Sustainability criteria have been developed, including the techno-humanitarian balance and the rate of change in cultural entropy. It is proposed to further develop civilizational energy through the creation of digital counterparts of civilizations and experimental installations for studying the metaphysical component of energy.

KEY WORDS: civilizational energy, energy efficiency of civilization, techno-humanitarian balance, bio-technocenos, actor-network theory, tensor analysis

ВВЕДЕНИЕ

Конфликт определений энергии между естественными и гуманитарными науками требует синтетического подхода [10]. Экологические кризисы актуализировали пересмотр концепта через призму «КПД цивилизации» – отношения полезных энерготрансформаций к совокупным затратам, включая ментальные и культурные [5]. Статья вводит категорию цивилизационной энергетики как НБИКС-конвергентной дисциплины, синтезирующей:

- естественнонаучные подходы (физика, астрофизика) [14];
- гуманитарные исследования (философия, культурология) [7];
- технологическое прогнозирование [19].

Эмпирическая база исследования включает:

- исторические паттерны энерготрансформаций [11];
- кросс-культурные исследования энергосберегающих кодов [21].

Научная новизна заключается:

- 1) во введении метафизической компоненты энергии (E_{meta}) как интегратора космоосферных взаимодействий;
- 2) в разработке тензорной модели цивилизационного энергобаланса;
- 3) в обосновании био-техноценоза как базовой единицы анализа [1].

Генезис концепции: от физической метрики к цивилизационному измерению (табл. 1)

ТАБЛИЦА 1.

Эволюция парадигм исследования энергии

Этап	Доминирующая концепция	Ограничение
Субстанционализм (XIX в.)	Энергия как квазиматериальная субстанция	Игнорирование энтропии и диссипативных процессов
Антисубстанционализм (XX в.)	Релятивистские и квантовые модели ($E = \hbar\omega$, $E = mc^2$)	Неучёт антропогенной трансформации
Цивилизационный подход (XXI в.)	Энергия как многоуровневый феномен	Неразработанность метрического аппарата

К началу XXI века выявились три несовместимых концептуальных поля:

- физическая энергия как измеримая величина [5];
- социокультурная энергия как метафора динамики общества [14];
- метафизическая энергия как онтологический артефакт [7].

Создание целостной модели потребовало преодоления терминологических противоречий через синтез естественнонаучных и гуманитарных подходов [1]. Предложенный аппарат позволяет формализовать понятие «КПД цивилизации» с учетом ментальных энергозатрат [5], межпоколенческой трансляции культуры [6] и энтропийных процессов в социальных системах [7] (рис. 1).



Рис. 1.

Псевдогенезис понятия ЭнергоКПД, включение уровней обращения с энергией (Составлено авторами)

Теоретико-методологические основания цивилизационной энергетики. Уровни стратегического регулирования (рис. 2, табл. 2)

Система принципов

1. Гетерогенности: синтез физических, биологических и социокультурных энергопотоков (Б. Латур [21]);
2. Фрактальности: самоподобие энергетических структур на разных масштабах (от техноценозов до цивилизаций) (О.А. Кузнецов [1]);
3. Энтропийная компенсация: культурные коды как механизм снижения социальной энтропии (Н. Луман [22]).



Рис. 2.

Уровни стратегического регулирования (на основе моделей Н.Д. Кондратьева [9] и С.Ю. Глазьева [6])

ТАБЛИЦА 2.

Концептуальный аппарат

Термин	Содержание	Источник
Цивилизационный КПД	Отношение полезных энерготрансформаций к совокупным затратам, включая когнитивные и социокультурные	[2]
Энергия устойчивости	Затраты на поддержание межпоколенческой преемственности и адаптационного потенциала	[3]
Метафизическая компонента энергии	Интегратор космоноосферных взаимодействий, не сводимый к физическим метрикам	[4]

Математический аппарат цивилизационной энергетики (табл. 3)

ТАБЛИЦА 3.

Базовые математические структуры

Компонента	Математический аппарат	Источник обоснования
Физическая (E_{phys})	Термодинамические операторы, уравнения Навье-Стокса	[10]
Культурная (E_{cult})	Энтропийные меры Шеннона, сетевые модели	[14]
Метафизическая (E_{meta})	Топологические инварианты, некоммутативная геометрия	[1]

Интегральное представление энергопотока (мощности) в пространстве-времени [21]:

$$N = p + g \quad (1).$$

где: полная мощность $N = dE/dt$, превратимая (полезная) мощность $p = dB/dt$, непревратимая (связная) мощность $g = dA/dt$.

Уравнение (1) является универсальным для социально технологических систем (СТС) [8]

Живые и косные субстанции эволюционируют в единой универсальной среде пространства-времени [LRTS] и подчиняются определенным универсальным законам природы [3, 13].

Импакт-модели технологического выбора (табл. 4)

Уравнение наследуемости КПД:

$$\eta t + \Delta t = \underbrace{\eta t e^{-\lambda_d \Delta t}}_{\text{диссипация}} + \underbrace{\mu \frac{d\Gamma}{dt}}_{\text{инновации}} + \sigma \xi W t$$

где W_t — винеровский процесс, отражающий стохастичность научно-технического прогресса [19].

А.А. ДЕВЧЕНКО,
С.В. КИБАЛЬНИКОВ, А.А. ПОСКОННЫЙ
ЦИВИЛИЗАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА:
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ
«ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО-ТЕХНОСФЕРА»

ТАБЛИЦА 4.

Типы сценариев развития

Сценарий	Условия активации	Риски	Источник верификации
Техноэволюция	$\eta \geq \eta_{\text{crit}}, \frac{d\Gamma}{dt} > 0$	Техногенные катастрофы	[17]
Системная трансформация	$\eta < \eta_{\text{crit}}, \Gamma \approx \Gamma_{\text{crit}}$	Социокультурный коллапс	[16]
Регенерация	$\frac{dE_{\text{meta}}}{dt} < 0$	Потеря цивилизационной идентичности	[16]

Био-техноценоз в энергетическом контексте (табл. 5)

ТАБЛИЦА 5.

Компоненты энергобаланса

Элемент	Энергетическая функция	Метаболический коэффициент
Биотическая подсистема	Трансформация солнечной энергии	$k_b = 0,15-0,25$
Техногенная подсистема	Конверсия ископаемых ресурсов	$k_t = 0,35-0,45$
Социокультурный интерфейс	Редукция энтропии	$\beta_s = 1 - S/S_{\text{max}}$

Динамика коэволюции:

$$\frac{dB}{dt} = r_B B \left(1 - \frac{B}{K_B}\right) - \alpha_{BT} T^{2/3}$$

$$\frac{dT}{dt} = r_T T \left(1 - \frac{T}{K_T}\right) + \beta_{TB} B \times \eta(t)$$

где T – уровень техносферы, B – биомасса, $\eta(t)$ – Цивилизационный КПД [5].

Цивилизационная энергетика в контексте цивилизационных теорий (табл. 6)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Проведенное исследование позволило сформулировать следующие ключевые положения:

1. Концептуальные основания:

– переход от редукционистских трактовок энергии к гетерогенной модели, интегрирующей физические, культурные и метафизические компоненты [10];
– цивилизационный КПД (η) как интегральный показатель эффективности энерготрансформаций [19].

2. Математический аппарат:

– разработана модель энергопотоков;
– предложены импакт-модели для стратегического управления [22].

ТАБЛИЦА 6.
Теоретические связи с цивилизационными подходами

Теория	Авторы	Ключевые положения	Связь с цивилизационной энергетикой
Генно-циклическая	Данилевский А.Н., Глазьев С.Ю.	Цивилизации имеют внутренний циклический ритм развития	Энергетический метаболизм как маркер фаз цикла
Культурно-цивилизационная	Тойнби А.Дж., Яковец Ю.В.	Цивилизации развиваются через вызовы–реакцию	Энергетические кризисы как вызовы, требующие культурной реакции
Модернизационная	Вебер М., Хантингтон С.	Развитие через рационализацию и технологизацию	Энергетическая рациональность как ключевой фактор модернизации
Инновационная	Кондратьев Н.Д., Перес К.	Длинные волны технологического развития	Смена энергетических парадигм как часть технологических укладов
Энергоинформационная	Крон Г., Бартини П.Г.	Энергия как форма передачи информации	Управление энергопотоками через информационные сети
Ноосферная	Вернадский В.И.	Биосфера переходит в ноосферу под влиянием человеческой деятельности	Цивилизационная энергетика как инструмент регулирования ноосферных процессов

3. Перспективы развития:

- создание цифровых двойников цивилизаций;
- разработка гибридных вычислительных архитектур;
- экспериментальное изучение метафизической компоненты энергии [23].

Таким образом, цивилизационная энергетика (рис. 2) оформилась как самостоятельная НБИКС-конвергентная дисциплина, синтезирующая достижения естествознания, гуманитаристики и философии в принципиально новой исследовательской программе [20].

ЛИТЕРАТУРА

1. БАРТИНИ П.Г., КУЗНЕЦОВ П.Г. О множественности геометрий и множественности физик // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2015. Т. 11. № 1 (26). 98 с.
2. БОЛЬШАКОВ Б.Е. Дис. на соискание уч. ст. д.т.н. «Основы теории развития системы общественное производство – природная среда с использованием измеримых величин». М. 2000. С. 78–84.
3. БОЛЬШАКОВ Б.Е. Механизм защиты инвестиций от рисков реализации новаций и неэффективного планирования развития // Устойчивое развитие: наука и практика. 2013. Вып. 2(11). С. 2.
4. БУШУЕВ В.В. Энергетический потенциал и устойчивое развитие. М.: ИАЦ Энергия, 2006. 320 с.
5. ВЕРНАДСКИЙ В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2012. С. 672.
6. ГЛАЗЬЕВ С.Ю. Теория долгосрочного развития. М.: ВлаДар, 1993.
7. ЖУЛЬКОВ М.В. К развитию сферного подхода: энергосфера // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №10 (17). Ч. 1. С. 120.
8. КИБАЛЬНИКОВ С.В. Туризм как социально технологическая система. М.: Социальный проект, 2020. 159 с.
9. КОНДРАТЬЕВ Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. С. 675.
10. КРОН Г. Тензорный анализ сетей. Пер. с англ. под ред. А.Т. Кузина и П.Г. Кузнецова. М.: Сов. радио, 1978. 719 с.
11. КУЗНЕЦОВ О.А., ШАМАЕВА Е.Ф., ГОРЮНОВА Е.А. Философские вопросы современного естествознания, синергетики и устойчивого развития: учебное пособие. Дубна: Государственный университет «Дубна», 2023. С. 336.
12. МЕДОУЗ Д.Х. и др. Пределы роста. 30 лет спустя. М.: Академкнига, 2007. С. 357.
13. ШАМАЕВА Е.Ф., БОЛЬШАКОВ Б.Е. Мониторинг и оценка новаций. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. 219 с.
14. КУЗЫК Б.Н., ЯКОВЕЦ Ю.В. Цивилизации: теория, история, диалог. М.: ИЭС, 2018. С. 762.
15. DEACON T.W. Incomplete Nature. N.Y.: W.W. Norton, 2012. P. 560–566.
16. EPSTEIN J.M. Generative Social Science. Princeton: Princeton University Press, 2006. P. 16.
17. HAFF P.K. Technology as geological phenomenon // Geological Society. 2014. Vol. 395. № 1. P. 301–317.
18. HOFSTEDE G. Culture's Consequences. Thousand Oaks: Sage, 2001. P. 596.
19. KURZWEIL R. The Singularity Is Near. N.Y.: Viking Press, 2005. P. 652.
20. LATOUR B. An Inquiry into Modes of Existence. Cambridge: Harvard University Press, 2013. P. 157.
21. LUHMANN N. Social Systems. Stanford: Stanford University Press, 1995. P. 627.

22. NAZARETYAN A.P. Nonlinear Futures // Journal of Globalization Studies. 2017. Vol. 8. № 1. P. 103–119.
23. TOYNBEE A.J. A Study of History. Oxford: Oxford University Press, 1934–1961.
24. WILSON E.O. Consilience: The Unity of Knowledge. N.Y.: Vintage, 1999. P. 267–270.

REFERENCES

1. BARTINI P.G., KUZNETSOV P.G. On the plurality of geometries and the plurality of physics. *Ustoychivoe innovatsionnoe razvitie: proektirovanie i upravlenie*. 2015;11;1;(26):98. (In Russian).
2. BOLSHAKOV B.E. Doctoral dissertation (Engineering) "Foundations of the theory of development of the system public production – natural environment using measurable quantities". Moscow, 2000:78–84. (In Russian).
3. BOLSHAKOV B.E. Mechanism for protecting investments from risks of innovation implementation and inefficient development planning. *Ustoychivoe razvitie: nauka i praktika*, 2013;2;(11):2. (In Russian).
4. BUSHUEV V.V. Energy potential and sustainable development. Moscow: IATs Energiya, 2 Newton. 2006:320. (In Russian).
5. VERNADSKIY V.I. Biosphere and noosphere. Moscow: Ayris-press, 2012:672. (In Russian).
6. GLAZ'EV S.YU. Theory of long-term development. Moscow: VlaDar, 1993. (In Russian).
7. ZHUL'KOV M.V. Toward the development of the spheroid approach: energy sphere. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2013;10;(17):1:120. (In Russian).
8. KIBAL'NIKOV S.V. Tourism as a socio-technological system. Moscow: Sotsial'nyy proekt, 2020:159. (In Russian).
9. KONDRAT'EV N.D. Long waves in economic conjuncture and the theory of foresight. Moscow: Ekonomika, 2002:675. (In Russian).
10. KRON G. Tensor analysis of network. Translated from English edited by L.T. Kuzin and P.G. Kuznetsov. Moscow: Sov. radio, 1978:719. (In Russian).
11. KUZNETSOV O.L., SHAMAEVA E.F., GORYUNOVA E.A. Philosophical issues of modern natural science, synergetics and sustainable development: textbook. Dubna: Gosudarstvennyy universitet «Dubna», 2023:336. (In Russian).
12. MEADOWS D.H. I DR. The limits to growth. Thirty years later. Moscow: Akademkniga, 2007:357. (In Russian).
13. SHAMAEVA E.F., BOLSHAKOV B.E. Monitoring and assessment of innovations. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012:219. (In Russian).
14. KUZ'YK B.N., YAKOVETS YU.V. Civilizations: theory, history, dialogue. Moscow: IES, 2018:762. (In Russian).
15. DEACON T.W. Incomplete Nature. N.Y.: W.W. Norton,

А.А. ДЕВЧЕНКО,
С.В. КИБАЛЬНИКОВ, А.А. ПОСКОННЫЙ
ЦИВИЛИЗАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА:
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ
«ПРИРОДА–ОБЩЕСТВО–ТЕХНОСФЕРА»

- 2012:560–566.
16. EPSTEIN J.M. Generative Social Science. Princeton: Princeton University Press, 2006:16.
17. HAFF P.K. Technology as geological phenomenon. *Geological Society*. 2014;395;1:301–317.
18. HOFSTEDE G. Culture's Consequences. Thousand Oaks: Sage, 2001:596.
19. KURZWEIL R. The Singularity Is Near. N.Y.: Viking Press, 2005:652.
20. LATOUR B. An Inquiry into Modes of Existence. Cambridge: Harvard University Press, 2013:157.
21. LUHMANN N. Social Systems. Stanford: Stanford University Press, 1995:627.
22. NAZARETYAN A.P. Nonlinear Futures. *Journal of Globalization Studies*. 2017;8;(1):103–119.
23. TOYNBEE A.J. A Study of History. Oxford: Oxford University Press, 1934–1961.
24. WILSON E.O. Consilience: The Unity of Knowledge. New York: Vintage, 1999:267–270.

Левченко Александр Анатольевич,
к.т.н., зам. генерального директора, директор филиала АО
«Газпром энергосбыт Тюмень»

✉ 628426, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра,
г. Сургут, пр. Мира, д. 43,
628426, Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra, Surgut,
Mira Ave., 43
e-mail: Levaa72@mail.ru

Кибальников Сергей Владимирович,
д.т.н., профессор Глобального университета Игоря Рыбакова

✉ 125167, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 36,
стр. 11, эт. 2,
125167, Moscow, Leningradsky Prospekt, Building 36,
Building 11, Floor 2,
e-mail: kibalnikov@gmail.com

Посконный Дмитрий Александрович,
профессор, советник Президента НОЧУ ВО «Международный Институт Информатики Управления Экономики и Права в г.Москве» (МИИУЭП)

✉ 127051, г. Москва, Цветной бульвар, д. 7, стр. 11,
127051, Moscow, Tsvetnoy Boulevard, 7, building 11,
e-mail: umka59@yandex.ru

СОХРАНИТЬ НАШ ОБЩИЙ ДОМ



6 февраля в Малахитовом зале Центрального дома ученых РАН состоялась церемония награждения лауреатов Международного экологического конкурса-премии «ЭкоМир-2025», учрежденного РАЕН.

Начиная с 2003 г., премия «ЭкоМир» ежегодно вручается за выдающиеся достижения в охране окружающей среды и обеспечении экологической безопасности. Сначала она была общероссийской, но с 2017 г. получила международный статус, объединив множество самоотверженных и увлеченных людей из разных стран, чувствующих ответственность за судьбу окружающего мира.

Цели проекта – развитие экологической науки и политики, повышение уровня экологического образования и культуры, распространение экологически чистых технологий, сохранение биоразнообразия и улучшение здоровья населения. Активно содействует решению этих задач Попечительский совет «ЭкоМира». Его состав ежегодно обновляется, в работе Совета участвуют ведущие ученые, государственные и общественные деятели России и зарубежных стран. Лучшие проекты определяет Жюри конкурса, объединяющее экспертов в области наук об окружающей среде.

Работы на «Экомир-2025» представлялись в 11 номинациях.

1. Экологическая политика и окружающая среда.
2. Экология, защита прав граждан на благоприятную окружающую среду, сохранение природного, исторического и культурного наследия территорий.
3. Экологическое образование, просвещение и культура.
4. Эколога-патриотическая деятельность, восстановление природно-исторического наследия, создание туристско-экскурсионных программ и проектов.
5. Молодежные программы, проекты в области экологии и охраны окружающей природной среды (участники молодые люди до 35 лет включительно).
6. Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии, переработка отходов производства и потребления.
7. Экологически безопасные товары и продукты питания.
8. Экология и здоровье человека.
9. Сохранение биоразнообразия и природных ландшафтов.
10. Экологически безопасные технологии и материалы в малоэтажном строительстве, деревянном домостроении.
11. Ландшафтно-парковый дизайн, современные архитектурные решения и пейзажная живопись.

В 2025 г. в Международном экологическом конкурсе «ЭкоМир» приняли участие около 180 заявок из 67 регионов России, а также 25 стран (Беларусь, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан, Азербайджан, Пакистан, Боливия, Шри-Ланка, Турция, Саудовская Аравия, Афганистан, Мьянма, Индонезия, Южная Корея, Алжир, Марокко, Сенегал, Гвинейская республика, Экваториальная Гвинея, Мали, Буркина-Фасо, Камерун, Доминиканская республика, Эквадор, Приднестровье). 150 представленных проектов были отмечены дипломами и наградами РАЕН. Особое внимание экспертов привлекли авторские экологические образовательные и волонтерские проекты по защите окружающей среды, борьбе с опустыниванием и лесовосстановлением, отраженные в заявках стран африканского континента (Гвинейская республика, Буркина-Фасо и др.). На церемонии награждения присутствовали сотрудники посольств 8 стран Азии, Африки и Латинской Америки, чьи представители принимали участие в конкурсе.

Церемонию награждения лауреатов «ЭкоМир-2025» открыл Президент РАЕН П.И. Бурак. Он поздравил участников конкурса, акцентировал внимание на его значимости, зачитал приветствие



председателя партии «Справедливая Россия» С.М. Миронова участникам «ЭкоМира-2025» и другие приветствия, пожелав лауреатам конкурса успехов в работе по созданию экологического благополучия России и всей планеты – нашего общего дома.

Затем с приветствиями к лауреатам Международного экологического конкурса «ЭкоМир-2025» обратились посол Гвинейской республики Н. Аба, посол Пакистана Ф.Н. Тирмизи, представители посольств Буркина-Фасо, Доминиканской республики, Узбекистана, Азербайджана, Туркменистана, Шри-Ланки.

Участников и гостей конкурса приветствовал председатель Попечительского совета «ЭкоМир-2025», первый заместитель председателя Комитета по экономической политике Госдумы РФ, почетный член РАЕН Н.В. Арефьев. Он поздравил собравшихся с наступающим праздником – Днем науки, отметив, что фундаментальная и отраслевая наука способны решить многие проблемы сегодняшнего дня, определить перспективы и приоритеты будущего. Конкурс «ЭкоМир», по словам Н.В. Арефьева, вызвал большой отклик: на рассмотрение жюри поступило около 180 заявок. Среди них первое место занимает тема образования, второе – технологии. Говоря об экологических проблемах страны, Н.В. Арефьев уделил особое внимание вопросу вырубki лесов вокруг озера Байкал.

Лауреаты конкурса «ЭкоМир-2025» I степени награждались ор-

деном РАЕН «За вклад в развитие науки и экономики», лауреатам II и III степеней вручались медали им. Н.Н. Моисеева – выдающегося ученого, академика РАЕН и РАН, математика и мыслителя. Его фразу о «ядерной зиме» знают все экологи и не только они. Кроме того, многие участники конкурса получили почетные дипломы. Награды победителям вручали председатель Оргкомитета «ЭкоМир» Л.В. Иваницкая, вице-президенты РАЕН и члены Жюри конкурса.

Среди награжденных лауреатов «ЭкоМира-2025» I степени:

– ГКУ ЦОДД Инновационный центр «Безопасный транспорт» – за разработку и внедрение в г. Москве программы «Сервис «Экологическая карта», обеспечивающей эффективный экологический мониторинг Москвы;

– Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры г. Москвы – за создание и развитие сети зарядных станций для электромобилей в Москве;

– Д.М. Кописки и Н.В. Кузьмичева – за создание и развитие агрокультурного туристического комплекса «Богдарня» (Владимирская обл., Петушинский р-н, д. Крутово);

– А.В. Резвов – за активную работу Фонда содействия учебно-познавательному развитию детей и взрослых «ЗООГАЛАКТИКА» (г. Москва);

– С.И. Смирнов – за реализацию проекта «Малая Родина – сила Союзного Государства» (г. Брянск);

– Коллектив А.В. Федоров,

С.В. Федорова, С.А. Федорова, Я.А. Федоров – за создание демонстрационного сада с коллекцией, насчитывающей около 600 традиционных и экзотических растений, представляющих садово-парковую экспозицию «Сады золотой долины» (респ. Удмуртия, Каракулинский р-н, с.п. Нырғындынское);

– Коллектив С.В. Мещеряков, Е.А. Брагина, Л.Н. Юдаев, Т.С. Громова – за разработку высокоэффективной комплексной технологии ремедиации нефтезагрязненных земель Ставропольского края с применением экономики замкнутого цикла (г. Москва);

– Тихоокеанский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» – за разработку технологии получения экологически чистой продукции из морского растительного сырья в виде биоудобрений и биостимуляторов для сельского хозяйства (г. Владивосток);

– ООО «Промхимсервис» – за производство и внедрение химических реагентов и технологий для повышения эффективности разработки нефтяных и газовых месторождений с использованием программ ресурсосбережения на химическом производстве для снижения нагрузки на окружающую среду (респ. Башкортостан, г. Стерлитамак);

– В.В. Иванов – за проект «Холлофайбер: полирециклинг – 2025» (г. Москва);

– ООО «КАРДИОПЛАНТ» – за организацию производства имплантируемых биоматериалов и



медицинских изделий на основе тканей животного происхождения (г. Пенза);

– В.С. Новиков, В.Н. Бортновский, И.В. Яблонская – за программу по разработке методологических и организационных основ преодоления йододефицитных состояний у населения юго-востока Белорусского Полесья (респ. Беларусь, г. Гомель; РФ, г. Санкт-Петербург);

– АНО «Институт социально-экономических стратегий и технологий развития» – за реализацию проекта по созданию и освоению производства отечественных цифровых систем закрытого типа класса Синерготрон с программно-регулируемым микроклиматом и облачным управлением;

– Коллектив А.Г. Лапин, Ю.В. Мнускин, В.В. Хазипова, Ю.В. Мнускина, А.В. Кипря – за разработку и реализацию проекта ландшафтного благоустройства территории современной инфраструктуры в г. Докучаевске (ДНР, г. Докучаевск).

Церемония награждения лауреатов транслировалась онлайн, за ней могли наблюдать победители конкурса «ЭкоМир», которые не смогли присутствовать на мероприятии очно. Лауреатам, не участвовавшим в церемонии на-

граждения, Оргкомитет направил дипломы по электронной почте заявителей, многих лауреатов пригласили на заседание Президиума Академии.

В заключительном слове Президент РАЕН П.И. Бурак поздравил лауреатов конкурса, поблагодарил Попечительский Совет «ЭкоМира» во главе с Н.В. Арефьевым и Оргкомитет конкурса во главе с Л.В. Иваницкой за прекрасную организацию и проведение мероприятия. Особые слова благодарности были адресованы гостям «ЭкоМира-2025», приехавшим на церемонию награждения из разных регионов России и из-за рубежа. П.И. Бурак рассказал о сотрудничестве РАЕН с Академией наук Республики Узбекистан, вручив диплом иностранного члена РАЕН члену Попечительского совета «ЭкоМир-2025» Г.А. Бахадинову, Главному ученому секретарю Академии наук Республики Узбекистан, д.т.н., профессору. Кроме того, награды и дипломы победителей конкурса были вручены представителям посольств Шри-Ланки, Гвинейской республики, Буркина-Фасо, Азербайджана, Узбекистана для последующей передачи лауреатам «ЭкоМира» этих стран.



Обзор Международной научно-практической конференции «Развитие науки, образования и технологий в современной России: региональные аспекты», посвященное 105-летию ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова и 35-летию РАЕН

Х.Э. Таймасханов,

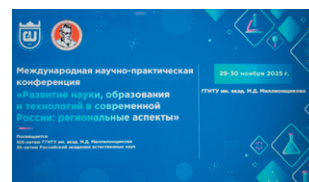
профессор, д.э.н., заведующий кафедрой экономической теории и государственного управления ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова, председатель Чеченского регионального отделения РАЕН

И.Р. Утямышев,

д.т.н., вице-президент РАЕН

А.Х. Цакаев,

профессор, д.э.н. профессор РАНХиГС при Президенте РФ, профессор ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова, заместитель председателя Чеченского регионального отделения РАЕН



Международная научно-практическая конференция «Развитие науки, образования и технологий в современной России: региональные аспекты» (далее – Конференция) прошла в г. Грозный 29-30 ноября 2025 г. на базе ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова». ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова – первый в мире вуз нефтяного профиля, старейший университет отрасли, ставший фундаментом региональной системы высшего образования. Он внес огромный вклад в формирование и развитие одного из крупнейших промышленных центров юга России. Сегодня ГГНТУ – современный научно-образовательный комплекс, где готовят высококвалифицированных специалистов, ведут передовые исследования, создают актуальные проекты и гармонично сочетают обучение с наукой. Университет принимает участие во всех ключевых образовательных инициативах страны, внося вклад в укрепление технологического суверенитета России.

Конференцию открыло выступление М.Ш. Минцаева, чл.-корр. РАО, д.т.н., профессора, ректора

ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова. Приветственное обращение от президента РАЕН зачитал И.Р. Утямышев, д.т.н., вице-президент РАЕН. От имени ректора Бухарского государственного технического университета выступил Ш.Н. Хайитов, д.э.н., профессор, декан БГТУ. Также с приветственным словом к собравшимся обратились Х.Э. Таймасханов, д.э.н., профессор, д.чл. РАЕН, председатель Чеченского регионального отделения РАЕН, зав. кафедрой экономической теории и государственного управления ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова; Д.К.-С. Батаев, д.т.н., проф., директор КНИИ РАН им. Х.И. Ибрагимова и др.

На церемонии открытия были вручены дипломы вновь избранных чл.-корр. РАЕН научно-педагогическим работникам трех ВУЗов Чеченской республики и КНИИ РАН им. Х.И. Ибрагимова: А.Х. Аласханов, д.т.н., доцент; С.Н. Асхабов, д.ф.-м. н., доцент; М.М. Бетильмерзаева, д.ф.-м. н., доцент; И.Г. Гайрабеков, д.т.н., доцент; Р.Ш. Магомадов, д. ф.-м.н., доцент; Л.Ш. Махмудова, д. т. н., профессор; С.-А.Ю. Муртазавев, д.т.н., профессор; М.М. Саламанова, д.т.н., доцент; З.С. Хасбула-



Президиум конференции (слева направо: вице-президент РАЕН И. Утямышев, председатель Чеченского РО РАЕН Х. Таймасханов, ректор ГГНТУ М. Минцаев)

това, д.х.н.; С.Б. Элипханов, д.п.н., профессор.

Инициированная Чеченским РО РАЕН научно-практическая конференция прошла в очном и онлайн форматах по всем запланированным секциям – пленарной секции «Глобальные вызовы в науке, образовании, технологии и перспективы развития России и ее регионов» и шести тематическим секциям.

Из докладов на пленарной сессии следует выделить доклад М.Ш. Минцаева «Система опережающей подготовки специалистов в ГГНТУ в целях кадрового обеспечения технологического лидерства»; доклад д. чл. РАЕН А.Х. Цакаева (РАНХиГС при Президенте РФ) и чл.-корр. РАЕН У.А.-А.Рассуханова (Министерство



Вручение дипломов чл.-корр. РАЕН первому проректору Грозненского нефтяного университета (ГГНТУ), заведующему кафедрой «Геодезия и земельный кадастр», д.т.н., доценту И.Г. Гайрабекову



Секция № 4 «Сфера гуманитарных и физико-математических наук и образования»



Секция №6 «Сфера экономической науки и образования»

просвещения РФ) «Современное российское образование: экономика и модели управления», доклад Ш.Н. Хайитова «Цифровые и инновационные подходы к стратегии и методологии борьбы с многомерной бедностью в Узбекистане», а также доклад коллектива авторов – С.-А.Ю. Муртазаева, М.Ш. Саламановой, М.С. Сайдумова и Д.А. Межидова – «Бетонные композиты: строительство без отходов и углеродного следа».

Работа тематических секций оказалась продуктивной: было заслушано 80 докладов высокого научного уровня, представлены убедительные практические результаты. По пяти секциям (техническим и иным не экономическим наукам) следует выделить доклад Э.С. Боковой, А.А. Эльмурзаева (ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова), Б.К. Саинова (РГУНиГ им. И.М. Губкина) «Современные подходы к повышению эффективности добычи нефти»; доклад чл.-корр. РАЕН С.Н. Асхабова (ЧГУ им. А.А. Кадырова) «Нелинейные уравнения с обобщенными операторами дробного интегрирования Вейля и их приложения»; доклад М.Г. Матжиговой (Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН) «О краевой задаче для обыкновенного дифференциального уравнения с производной Джрбашьяна-Несеряна»; доклад А.В. Якубова (КНИИ РАН им. Х.И. Ибрагимова) «Из истории применения информационных

технологий в сфере образования Чечни»; доклад Л.А. Асуевой (ЧГУ им. А.А. Кадырова) «Реализация регионального компонента при обучении химии»; доклад член-корреспондента РАЕН З.С. Хасбулатовой (Чеченский государственный педагогический университет); доклад А.М. Хараева (Институт непрерывного образования КБУ им. Х.М. Бербекова) «Оптимизация способа получения полиариленаэфиркетон»; доклад Р.С. Джамбулатова, (ЧГУ им. А.А. Кадырова) «Исследование поверхностных свойств тройной системы «изопропанол-пропиленгликоль – вода»; доклад А.Х. Матиева (Ингушский государственный университет) «Получение аморфных, полиморфных пленок TlInS»; доклад чл.-корр. РАЕН Р.М. Магамадова (ЧГУ им. А.А. Кадырова) «Влияние симметрии кристалла на кинетические явления в кристаллах»; доклад М.Ш. Исраилова (LLS «Sensor Fusion and Monitoring Technologies», Уолиат-Крик, Калифорния, США) «Сейсмодинамика протяженных подземных сооружений: постановка и методы решения связанных задач о совместном движении сооружения и грунта при землетрясении», а также доклад А.И. Хасанова (ЧГУ им. А.А. Кадырова) и его коллег (Х.Х. Лосанова, З.В. Шомахова, О.А. Молоканова, А.М. Кармокова, И.Н. Сергеева) «Корреляция электропроводности стекла С872 с выделением газов из него в процессе отжига».

В рамках шестой тематической секции «Сфера экономических наук

и образования» были представлены доклады, охватившие широкий спектр проблем современной экономической науки и образования. В их числе следует отметить доклад члена РАЕН А.Х. Цакаева (РАНХиГС при Президенте РФ) и д.чл. РАЕН З.А. Саидова (ЧГУ им. А.А. Кадырова) «Международные банковские системы и экономико-правовые аспекты их трансформации»; доклад Б.С. Батаевой (Финансовый университет при Правительстве РФ) «Развитие методики измерения устойчивого развития регионов (с использованием технологии искусственного интеллекта)»; доклад И.И. Идилова (ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова) и М.М. Абубакаровой (ЧГУ им. А.А. Кадырова) «Развитие системы управления предприятием в условиях изменений»; доклад С.О. Календжяна (РАНХиГС при Президенте РФ) и С.П. Бесчастной (Государственный университет управления) «Локализация фармацевтического производства в категории стратегических значимых лекарственных средств в России», а также доклад А.А. Примовой (Бухарский государственный технический университет) «Организационно-управленческий механизм реализации стратегии преодоления бедности в современных условиях».

Перечисленные доклады были рекомендованы к публикации в профильных российских научных журналах, реферированных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ и в журнале «Вестник РАЕН».

90 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЬБЕРТА НИКОЛАЕВИЧА НИКИТИНА



14 марта 2026 года исполняется 90 лет со дня рождения Альберта Николаевича Никитина, д.т.н., профессора, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного испытателя космической техники.

А.Н. Никитин родился в г. Мариинске Кемеровской обл., окончил с отличием Томский электромеханический институт железнодорожного транспорта и Ленинградский политехнический институт.

А.Н. Никитин – специалист в области ракетно-космической техники, многие годы работал во Всесоюзном научно-исследовательском институте электромеханики (ВНИИЭМ) и НПО «Квант» ведущим конструктором, начальником отдела, отделения, заместителем главного конструктора, где его деятельность была связана с системами энергопитания и автоматики ракет и космической техники. Альберт Николаевич участвовал в научных разработках систем энергообеспечения ракет и космических объектов и их испытаниях. Более 30 лет с 1959 г., связаны с работой на Байконуре. А.Н. Никитин ветеран космодрома Байконур.

Деятельность А.Н. Никитина, действительного члена Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, не ограничивалась ракетно-космической техникой. Он занимался и распознаванием сигналов и образов, процессами

теплообмена летательных аппаратов, медицинской техникой, искусственными нейронными сетями, бионикой, системами моделирования ячеек синоптической памяти живого организма, искусственной нейронной структурой инвариантного распознавания образов пространственных временных сильно зашумленных сигналов, устройствами чувствительных адаптивных интеллектуальных роботов, системами управления (положения объектов), магнитодинамическими дозаторами. Также особо следует отметить работы в области автономной энергетики гражданского и оборонного назначения: солнечные фотопреобразователи с высоким КПД, ветроустановки, топливные и термоэлектрические элементы.

С момента создания РАЕН, в организацию создания которой внес большой вклад, и до самых последних дней своего земного пути, завершившегося 1 июля 2022 г. на 86 году жизни, профессор Никитин возглавлял секцию «Ноосферные знания и технологии» РАЕН и Московское отделение секции. Благодаря ему в секции были собраны ведущие специалисты в различных областях знаний. При его непосредственной поддержке проводились работы в области экологии, энергетики, современных транспортных систем и др.

Все годы активной работы в РАЕН Альберт Николаевич был членом Президиума Академии, членом редакционной коллегии журнала «Вестник Российской академии естественных наук». Один из инициаторов и создателей «Ассоциации «Космонавтика – Человечеству», он был ее Генеральным директором, вице-президентом. С 1989 – Генеральный директор Института ноосферных технологий.

Профессор А.Н. Никитин, являлся приглашенным профессором Национального исследовательского Томского Государственного университета.

Его заслуги перед Отечеством отмечены многими государственными и общественными наградами, среди которых – Диплом им. летчика-космонавта Ю.А. Гагарина «За непосредственное участие в обеспечении космических программ СССР». Для Альберта Николаевича он был таким же знаковым, как и его лауреатство. И сегодня, в юбилей год его рождения, с сердечной теплотой вспоминая Альберта Николаевича Никитина, советского и российского учёного из когорты «космических первопроходцев» страны, особо отмечаем его человеческие качества: чрезвычайную активность, редчайшую работоспособность, организаторский талант, искренность, доброжелательность, отзывчивость.

*Мы не гнули спин, согнуло время.
Только в этом наша ли вина?!
Но, и чуть согнувшись, – ногу в стремя,
И вперёд! – Даёшь моя страна!
Мыслями крылатыми, надеждой,
Мы по-прежнему, мой друг в строю.
Порох есть, и дух силен, как прежде.
Не предали Родину свою.
Молодые гении, таланты,
Вас взрастила Родина моя.
Сыновья Земли моей, атланты,
Мозг не продавайте за моря.
С прочностью великого запаса
Он на то и дан, поверьте мне,
Чтобы по стопам небесным Спаса
Твёрдо, как и мы шли по земле!*

В.В. Никитина, член Союза журналистов России, Международной ассоциации писателей баталистов и маринистов, чл.-корр. РАЕН

Стихотворение было написано при жизни Альберта Николаевича, как его наказ молодому поколению страны, которую он беззаветно любил и любовь эту доказывал делом.

ГЛАВНОМУ РЕДАКТОРУ ЖУРНАЛА "ВЕСТНИК РАЕН", АЗИЗАГА ХАНБАБА ОГЛЫ ШАХВЕРДИЕВУ – 75 ЛЕТ



Юбилей А.Х. Шахвердиева – это повод не только отметить заслуги талантливого человека, но и необходимость продемонстрировать пример исключительного трудолюбия, целеустремленности, порядочности и вдохновенного служения науке и творчеству.

Азизага Шахвердиев в 1969 г. окончил школу в г. Баку и в том же году поступил в Азербайджанский государственный университет, который окончил в 1973 г. по специальности «Механика жидкости и газа». Работал младшим научным сотрудником Института проблем глубинных нефтегазовых месторождений АН Азербайджанской ССР (1973–1975). В 1976–1978 гг. был направлен в Москву стажером-исследователем в Институт физики Земли им. Шмидта АН СССР (1976–1977) и во Всесоюзный нефтегазовый научно-исследовательский институт им. академика А.П. Крылова (ВНИИнефть) (1977–1978). В 1982 г. защитил кандидатскую диссертацию в Московском институте нефтехимической и газовой промышленности им. И.М. Губкина, а в 2001 г. там же, успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Системная оптимизация

процесса доработки нефтяных месторождений». С 1984 г. работает во Всесоюзном нефтегазовом научно-исследовательском институте им. ак. А.П. Крылова «ВНИИнефть» младшим, старшим, ведущим научным сотрудником; возглавляет лабораторию системной оптимизации процессов нефтедобычи, становится директором научного центра автоматизации управления процессом разработки нефтяных месторождений, первым зам. генерального директора.

Самые трудные годы восстановления института, оказавшегося к 2000 г. в числе организаций-банкротов после приватизации и акционирования, побудили акционеров ОАО «ВНИИнефть им. ак. А.П. Крылова» пригласить А.Х. Шахвердиева на должность генерального директора института. В июле 2000 г. А.Х. Шахвердиев был избран генеральным директором Всероссийского нефтегазового научно-исследовательского института им. ак. А.П. Крылова. За короткий срок ему удалось восстановить былой потенциал института.

С января 2004 г. по март 2007 г. – первый заместитель генерального директора Федерального государственного унитарного предприятия «Институт геологии и разработки горючих ископаемых» РАН. Многие годы Азизага Шахвердиев возглавлял НП «Институт системных исследований процессов нефтегазодобычи» (НП ИСИПН).

В настоящее время – вице-президент РАЕН и заведующий кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе.

В течение многих лет А.Х. Шахвердиев являлся председателем диссертационного совета Д 222.006.01 при ОАО

«ВНИИнефть» им. ак. А.П. Крылова, а с 2005 г. по 2007 г. – заместителем председателя диссертационного совета Д 002.236.01 при ФГУП «Институт геологии и разработки горючих ископаемых» РАН, с 2020 г. – член диссертационного совета Д 999.234.02 МГРИ им. Серго Орджоникидзе и Геологического института РАН. Под его научным руководством защищены докторские и кандидатские диссертации.

С 2002 по 2008 гг. д.т.н. Шахвердиев являлся членом, заместителем председателя Центральной Комиссии по разработке месторождений горючих ископаемых (нефтяная секция) Роснедра Министерства природных ресурсов и экологии РФ. С 2003 по 2008 гг. – членом научно-экспертного совета Судебного департамента Верховного Суда РФ. С 2020 г. – член экспертного совета ЦКР РОСНЕДРА по трудноизвлекаемым запасам.

А.Х. Шахвердиев – автор более 350 опубликованных научных работ, в том числе научных монографий: «Динамические процессы в нефтегазодобыче: системный анализ, диагноз, прогноз»; «Системная оптимизация процесса доработки нефтяных месторождений»; «Научно-методические и технологические основы оптимизации процесса повышения нефтеотдачи пластов». Более 100 изобретений, охраняемых патентами РФ и зарубежных стран, более 25 из которых получили широкое промышленное внедрение в нефтегазовой отрасли Российской Федерации, Азербайджанской Республики, КНР, США (в соавторстве).

А.Х. Шахвердиев является создателем концепции системной оптимизации процесса разработки нефтяных месторождений. Широкое внедрение в нефтегазовой отрасли получили созданные им «Унифицированная методика опре-

деления технологической эффективности геолого-технологических мероприятий» и программные комплексы «ШАХМЕТ» и др. Им заложены основы малопараметрического стохастического моделирования процесса разработки месторождений нефти и газа, разработана новая методика, обеспечивающая выбор оптимального варианта проекта разработки месторождений углеводородов в условиях неопределенности и недостаточности информации. Разработанная на этой основе экономико-математическая модель выбора оптимального варианта проекта разработки при существенном отклонении запасов составляет основу программного пакета «ОПТИМА».

Наряду с этим д.т.н. Азизага Шахвердиевым предложен алгоритм прикладного программного обеспечения с использованием теории нечетких множеств, вероятностно-статистических и эвристических минимаксных критериев, интегрированный в информационно-аналитическую систему управления процессом разработки нефтяных месторождений.

Созданные А.Х. Шахвердиевым уникальные технологии повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти долгие годы широко используются на нефтяных месторождениях ведущих нефтедобывающих компаний России – ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Газпромнефть», ОАО «ТНК-ВР», ОАО «Славнефть», ОАО «Роснефть» и ряда зарубежных стран – Китайская Народная Республика, Азербайджан, США. Реогазохимическая технология внутрискважинной газогенерации для извлечения остаточных запасов нефти используется компаниями GCC Group Inc. (США), SINOPEC, CNOOC, COSL (КНР).

Разработанная им методика системной оптимизации режима работы газлифтных скважин и использования физических полей для повышения продуктивности

добывающих скважин составила основу отраслевых руководящих документов и была внедрена на Самотлорском, Федоровском и других месторождениях. Итогом осуществленного комплекса лабораторных и промысловых работ явилась разработка системного подхода к подбору и реализации технологий повышения нефтеотдачи пластов. А.Х. Шахвердиев разработал концепцию и закономерности функционирования пластовой системы с проявлением синергетического эффекта в целом при разработке залежей углеводородов. Им разработана теория фильтрации флюидов в упругих, упруго-пластических и пластических пористых средах, учитывающая необратимые изменения пористости и проницаемости от изменения давления в процессе разработки нефтяных месторождений.

Обладая способностями научного предвидения, А.Х. Шахвердиев на много лет вперед прогнозировал развитие перспективных направлений нефтяной науки, он осуществлял научное руководство крупными государственными заказами, программами, грантами, в том числе созданием и внедрением инновационных технологий широкого спектра.

В рамках секции Системных исследований недр РАН он инициировал и активно участвовал в создании Концепции рационального использования ПНГ в Российской Федерации, Республике Казахстан, целью которой является существенное сокращение сжигания и рассеивания газа в атмосфере. Активно участвовал в целом ряде европейских и международных на-

учных конференций и симпозиумов по проблемам нефти и газа в качестве докладчика и руководителя секций в США, Австрии, Голландии, Турции, Азербайджане, Японии, Англии, Франции, Бразилии, КНР, Кипре, Вьетнаме, Болгарии, Греции, Хорватии, Мальте, Черногории, Польше, Италии, Португалии и других странах.

С 2007 по 2010 гг. являлся профессором Института горного дела и технологий г. Сокорро (США, шт. Нью-Мексико). А.Х. Шахвердиев является членом редакционных коллегий и редакционных советов известных журналов «Нефтяное хозяйство», «Бурение и нефть», «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса», «Известия» Национальной Академии наук Азербайджана (серия «Механика и Математика»), «Вестник РАН», журнал SOCAR Proceedings, «Вестник Инженерной академии Азербайджана», «Scientific Petroleum».

В нефтегазовой отрасли работает более 50 лет, удостоен звания «Почетный нефтяник» (2000) и ветеран труда. Указом Президента РФ от 30 июля 1999 г. удостоен государственной награды «Заслуженный изобретатель Российской Федерации». Его заслуги признаны и отмечены также общественными организациями. Он удостоен почетного звания и ордена «Рыцарь науки и искусств» РАН (2000). На-



гражден орденом «Белого Орла» РАЕН (2002), серебряной медалью им. лауреата Нобелевской премии П.С. Капицы, серебряной медалью им. В.И. Вернадского РАЕН (2001). 21 декабря 2010 г. награжден Звездой Академии II степени (почетный знак РАЕН). Награжден медалью «За вклад в Развитие Содружества Независимых Государств», удо-

стоен звания Лауреата Международной премии от Международного Совета Оргкомитета «Международный Олимп», почетным орденом «Ради общего блага».

Профессионализм, широкая эрудиция, трудолюбие, ответственность и преданность своему делу позволили А.Х. Шахвердиеву стать выдающимся ученым-нефтяником,

автором многочисленных трудов в области разработки нефтяных месторождений и инновационных исследовательских направлений.

Президиум РАЕН и редколлегия журнала поздравляют Азизага Шахвердиева с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и успехов в научной и педагогической деятельности.

правила для авторов

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. Издание «Вестника РАЕН» имеет своей целью регулярно знакомить российскую научную общественность с наиболее важными научными и научно-практическими достижениями членов РАЕН, с новыми разработками и новыми концепциями в различных областях знаний, с текущими событиями в секциях и отделениях РАЕН как в России, так и за рубежом. Представляемые в редакцию материалы должны отличаться четкой и ясной формой изложения, доступной для широкого круга специалистов различных отраслей науки. На страницах журнала публикуются также краткие научные сообщения, дискуссии, письма читателей, персоналии, а также информационные и рекламные объявления.

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ. В статье указывается название на русском и английском языках, имя, отчество и фамилия автора (авторов), его (их) ученая степень, ученое звание, место работы на русском и английском языках, должность. Статья должна содержать почтовый индекс, адрес работы на русском и английском языках, адрес электронной почты и телефон автора (соавтора). Отдельно указывается автор, с которым редакция сможет вести переписку.

К статье прилагается резюме на русском и английском языках объемом не более 8–10 строк, ключевые слова на русском и английском языках, УДК, тип статьи (научная статья, обзорная статья, редакционная статья, дискуссионная статья, персоналии, рецензия на книгу, рецензия на статью и т.п.) Текст статьи 12 пунктов объемом от 20 страниц через 1,5 интервала в формате MS WORD.

ИЛЛЮСТРАЦИИ. Иллюстрации (графики, схемы, диаграммы, рисунки, фотографии) в виде отдельных файлов с указанием позиции для размещения в тексте. Растровые изображения в формате TIFF с разрешением 350 dpi. Векторные изображения в формате EPS. При необходимости в журнале могут быть опубликованы цветные иллюстрации при условии оплаты автором.

ФОРМУЛЫ. Количество формул в статье не должно превышать 10.

Список источников нумеруется и составляется в алфавитном порядке. В тексте статьи дается в квадратных скобках ссылка на порядковый номер упомянутой работы, которая в списке приводится в следующем виде: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название работы, сокращенное название журнала, год, том, номер, интервал страниц. Ссылки на монографии (книги) включают полное название книги, фамилию и инициалы автора (авторов), город, издательство, год, полное количество страниц.

Дополнительно приводится перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице ("References"). Нумерация записей в дополнительном перечне затекстовых библиографических ссылок должна совпадать с нумерацией записей в основном перечне затекстовых библиографических ссылок.

Редакция оставляет за собой право сокращать и редактировать материалы статьи.

Утверждено на совместном заседании
редакционной коллегии и редакционного совета
7 февраля 2002 г.

ОТПРАВКА СТАТЬИ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ ОЗНАЧАЕТ СОГЛАСИЕ АВТОРА
НА ОБРАБОТКУ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ
И РАЗМЕЩЕНИЕ СТАТЬИ В ОТКРЫТЫХ ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКАХ

Журнал входит в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по следующим группам специальностей:

- ♦ 1.6.9. Геофизика (технические науки),
- ♦ 1.6.10. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (технические науки),
- ♦ 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин (технические науки),
- ♦ 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки),

- ♦ 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки),
- ♦ 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (технические науки),
- ♦ 2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр (технические науки),
- ♦ 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки),
- ♦ 5.2.6. Менеджмент (экономические науки),
- ♦ 5.2.7. Государственное и муниципальное управление (экономические науки).

ШАХВЕРДИЕВ АЗИЗАГА ХАНБАБА ОГЛЫ — вице-президент РАЕН, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений» Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе, заслуженный изобретатель РФ, почетный нефтяник РФ (РФ)

РОСТАНЕЦ ВИКТОР ГРИГОРЬЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.э.н., профессор, зам. директора АО «Институт региональных экономических исследований» (РФ)

АЛЕКСЕЕВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.г.-м.н., профессор кафедры палеонтологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, зав. лабораторией протистологии Палеонтологического института им. А.А. Борисяка РАН, почетный работник сферы образования РФ (РФ)

БАШКИРЦЕВА НАТАЛЬЯ ЮРЬЕВНА — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, директор Института нефти, химии и нанотехнологий, заведующий кафедрой «Химической технологии переработки нефти и газа», Директор Научно-производственного центра «Панхимтех» Казанского национального исследовательского технологического университета, Заслуженный деятель науки Республики Татарстан (РФ)

БОБРОВ АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ — д. чл. РАЕН, профессор РАН, д.г.-м.н., доцент, профессор кафедры петрологии и вулканологии, заместитель декана геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (РФ)

ГУЛИЕВ ИБРАГИМ САНД ОГЛЫ — ин. чл. РАЕН, д.г.-м.н., профессор, академик, вице-президент Национальной Академии Наук Азербайджана, Лауреат Государственной премии АР, главный редактор журнала Азербайджанское Нефтяное Хозяйство (Азербайджан)

ЖДАНОВ МИХАИЛ СЕМЕНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории электромагнитных методов геофизических исследований Института геоэлектродных исследований Объединенного института физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта РАН, профессор университета Солт-Лейк-Сити, США (РФ)

ЗАКИРОВ ЭРНЕСТ СУМБАТОВИЧ — д.т.н., профессор РАН, директор Института проблем нефти и газа РАН (РФ)

КАПАУНОВ ДАВИД РОДИОНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, зав. лабораторией теории проектирования освоения недр Института проблем комплексного освоения недр (ИПКОН) РАН, Заслуженный деятель науки и техники России (РФ)

КЕРВАЛИШВИЛИ ПААТА ДЖАМАЕЛОВИЧ — ин. чл. РАЕН, д.ф.-м.н., профессор Института прикладной физики Грузинского технического университета, президент Грузинской АЕН (Грузия)

МАНДРИК ИАЛЯ ЭММАНУИЛОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., к.г.-м.н., вице-президент по геологоразведке и разработке ПАО «ЛУКОЙЛ», Заслуженный Геолог РФ (РФ)

МИХАЙЛОВ НИКОЛАЙ НИЛОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, профессор Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, почетный нефтяник (РФ)

МОЖАЕВ ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ — д.э.н., профессор, первый проректор Института повышения квалификации руководящих кадров и специалистов, Почетный работник науки и техники РФ (РФ)

МЫМРИН ВСЕВОЛОД АНАТОЛЬЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.г.-м.н., профессор, Федеральный Технологический Университет штата Парана (UTFPR) (Бразилия)

ПЕТРОСЯН ВАЛЕРИЙ САМСОНОВИЧ — вице-президент РАЕН, д.х.н., профессор, зав. лаб. физической органической химии химического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, эксперт ООН по химической безопасности, автор научного открытия, Заслуженный работник высшей школы РФ (РФ)

ПЕТРОВ ВАДИМ ЛЕОНИДОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, проректор по учебной работе Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», гл. редактор журнала Горные науки и технологии (РФ)

ЧЕНЬ ЦЯНЬПИН — ин. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, директор Научно-исследовательского центра «Земли, ресурсов и высоких технологий» Китайского геологического университета (г. Пекин), начальник головной лаборатории и профессионального комитета математической геологии и геоинформации Китайского геологического общества. Лауреат пяти премий научно-технологического прогресса министерства геологии и минеральных ресурсов (Китай)

ЧЖАО ПЕНДА — ин. чл. РАЕН, д.т.н., профессор Китайского геологического университета (г. Пекин), д. чл. Китайской академии наук, председатель международного комитета по геологическим данным от азиатского региона (Китай)

ШЕВЧЕНКО ЮРИЙ ЛЕОНИДОВИЧ — д. чл. РАЕН, академик РАН, д.м.н., профессор, президент Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова, Заслуженный врач РФ, Заслуженный деятель науки РФ (РФ)

ШЕСТОПАЛОВ ЮРИЙ ВИКТОРОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики Российского технологического университета МИРЭА (РФ)

ШОГЕНОВ БЕСЛАН АМИНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.э.н., профессор кафедры Экономики Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, Заслуженный деятель науки КБР (РФ)

ЯННАКОПУЛОС ПАНАЙОТИС — ин. чл. РАЕН, профессор кафедры компьютерных систем, член управляющего совета Пирейского университета прикладных наук, Вице-президент Европейских программ ПУПИ, член совета Национального греческого информационного центра (Греция)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

АРЕНС ВИКТОР ЖАНОВИЧ — почетный вице-президент РАЕН, д.т.н., профессор, почетный профессор НИТУ «МИСиС», член ученого совета ФГБОУ ВО «РГГУ им. Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, Лауреат Государственной премии СССР (РФ)

БУРАК ПЕТР ИОСИФОВИЧ — президент РАЕН, д.э.н., профессор, директор Института региональных экономических исследований (РФ)

ВОЛОВИК АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ — вице-президент РАЕН, д.э.н., профессор Российской экономической академии им. Плеханова, Лауреат государственной премии РФ в области культуры, Заслуженный нефтегазостроитель (РФ)

ГЕЙХМАН ИСААК ЛЬВОВИЧ — вице-президент РАЕН, д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, президент Ассоциации строительных компаний «Росзарубежстрой» (РФ)

ЗОЛОТАРЕВ ВАДИМИР АНТОНОВИЧ — вице-президент РАЕН, д.ю.н., д.и.н., профессор, действительный государственный советник РФ I класса (РФ)

МЕЛУА АРКАДИЙ ИВАНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.филос.н., профессор, генеральный директор научного издательства «Гуманистика» (РФ)

НОВИКОВ ВАСИЛИЙ СЕМЕНОВИЧ — вице-президент РАЕН, д.м.н., профессор, лауреат Государственной премии РФ, Заслуженный деятель науки РФ (РФ)

ПАНИН АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ — д. чл. РАЕН, академик РАН, д.вет.н., профессор, директор Всероссийского государственного центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (РФ)

ПАНОВ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ — д. чл. РАЕН, к.т.н., ректор Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (МГРИ) (РФ)

РАХМАНИН ЮРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ — д.м.н., профессор, академик РАН, главный научный консультант (сотрудник) ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, вице-президент РАЕН (РФ)

СТЕПАШИН СЕРГЕЙ ВАДИМОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.ю.н., профессор, государственный советник юстиции РФ, председатель наблюдательного совета государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» (РФ)

ХАЙРУЛЛИН МУХАМЕД ХИЛЬМИЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор Института управления, автоматизации и информационных технологий, Заслуженный деятель Республики Татарстан (РФ)