

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА

Е.В. Юркевич, С.В. Лещёв DOI: 10.7256/1999-2793.2014.3.10713

КОНВЕРГЕНТНАЯ КАУЗАЛЬНОСТЬ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация. Рассматриваются эпистемологические и онтологические аспекты проблемы биологической каузальности, парадигмально берущей начало в широком конвергентном понимании природы информации и взаимодействия живых объектов. В проблеме, связанной с адаптацией информации к ее носителю выделена задача когнитивных дифференциаций, касающихся стратегий восприятия и представления информации. Рассмотрена специфика информационных воздействий на уровне формирования каузальных связей между источником и приемником, в связи с материально не объективируемой природой носителей, и процессом восприятия сообщений. Обобщение результатов исследования биогенеза системы «паразит – хозяин» проведено на примере, где в качестве паразитов рассматривались бактериальные наночастицы, а в качестве хозяина – эпителиальная ткань рыб.

На базе использования методологических подходов построения нано-био-инфо-когно-технологий рассмотрен ряд общих вопросов детерминизма и частных вопросов формирования следственно-причинных отношений. Предлагаемое переосмысление категориального аппарата явилось основой для выявления специфики коммуникационной каузальности. Сделана попытка сопоставления причинно-следственных закономерностей в материальном мире с их информационным эквивалентом. С помощью авторской трехуровневой модели информационных воздействий выявлены особенности биогенеза в системе «паразит – хозяин». Двусторонность действия каузальных связей рассмотрена в качестве важного условия обеспечения устойчивости геенеа биологического объекта.

Ключевые слова: конвергентная природа информации, модель информационных воздействий, нано-био-инфо-когно-технологии, следственно-причинные отношения, биологическая каузальность, колония паразитов, «паразит – хозяин», целеположение живого объекта, адаптация системы, устойчивость биогенеза.

Введение

Одной из фундаментальных проблем философии является выявление особенностей механизма причинения в системах различного онтологического статуса. Конституирующим для данной проблемы является аспект объективности каузальных связей: материализм понимает причинность как независимую от сознания объективную связь явлений, субъективный идеализм – как устоявшийся образ последовательности феноменов, объективный идеализм – как сверхсубъективную, но идеальную объективную связь.

В известных концепциях причинности существуют общие теоретические акцентуации, суще-

ственнойшей из которых (но не безусловно необходимой для всех типов детерминации) является хронологическая упорядоченность, предшествование причины следствию. Подобные акцентуации не могут быть однозначно переопределены при переходе от рассмотрения физики взаимодействий к иным гносеологическим, онтологическим, когнитивным данностям – например, к идеальным корреляциям, символическим связям, психологии воздействий и проч.

Предлагаемая статья затрагивает эпистемологические и онтологические аспекты проблемы биологической каузальности, парадигмально берущей начало в более широком конвергентном понимании природы информации, взаимодействия,

свойств объектов. Анализ разработок в рамках нано-био-инфо-когно-технологий, искусственного интеллекта, квантовой физики, в том числе затрагивающих общие вопросы детерминизма и частные вопросы построения следственно-причинных отношений¹, показал необходимость переосмысления привычного категориального аппарата.

В качестве базового постулата в статье принимается, что причинно-следственный механизм взаимодействия материальных субстанций включает в себя передачу энергии и вещества, но рассмотрение взаимодействия биологических объектов невозможно без учета особенностей их коммуникационной каузальности, в т.ч. проявляющихся при формировании социального поведения. В более общем смысле, в данном исследовании рассматриваются методологические аспекты НБИК-технологий взаимодействия живых объектов.

Благодаря разработкам нано-био-инфо-когно кластера, исследования информационных и связанных с ними каузальных механизмов в биологии обретают значимую роль. В данной работе, в качестве фундаментальной, рассмотрим проблему, связанную с адаптацией информации к ее носителю. В этой связи, среди наиболее важных, выделим задачу когнитивных дифференциаций, касающихся стратегий восприятия и представления, объяснения и понимания, синтеза и анализа информации. Методологический подход к рассмотрению таких задач аналогичен оценкам влияния нейрокомпьютинга на дифференциацию холистического и партитивного характера коммуникации системы с окружающей средой².

Изучение механизма причинения в любого рода отношениях «система-среда» подразумевает рассмотрение характеристик автономности системы в каждой интеракции этих отношений, т.е. мер взаимодействия и самоидентификации. В рамках конвергентной парадигмы указанный момент особенно значим как при анализе симбиотических систем биообъектов (мутуальных, паразитических и проч.), так и в решении проблем формирования искусственного интеллекта, нейросетей и т.п.

В симбиотической системе каждый из организмов является коммуникационной средой

для партнера. Поскольку многообразие функциональной агрессивности среды определяет меру адаптивного противодействия и гармонизации системы, отдельного внимания требует изучение различных уровней взаимодействия симбионтов. Наиболее деликатным моментом в таких рассуждениях является освещение роли информации, как формы связности каузального события и как носителя причинения каузального процесса.

В настоящем исследовании делается попытка сопоставления причинно-следственных закономерностей в материальном мире с их информационным эквивалентом.

Особенности проявления причинно-следственных связей при информационных воздействиях в системе биологических объектов

При существующем многообразии определений информации и рассмотрения ее статуса в различных системах наиболее сложным представляется категориальная оценка ее соотношения с такими феноменами, как «идея», «символ», «субъективность», «материя», «информация, абстрагированная от носителя», «идеальная сущность».

Нематериальный аспект информации определяет необходимость использования понятия «информационное воздействие». Важными особенностями такого воздействия является изменение «свойств» объекта, на который это воздействие распространяется, в зависимости от цели воздействия (прагматический аспект), формы воздействия (семантический аспект) и вида носителя (синтаксический аспект).

С учетом многоаспектности статуса информации в данной работе рассматривается взаимосвязь свойств «идеальной» информации и характеристик воспроизводящего ее «материального» биологического объекта. Предлагаемое понятие информационного воздействия призвано «отобразить» идеальную природу информации на область ее материального влияния.

Воспользуемся максимально обобщенным определением³: *информационное воздействие определяет свойство объекта (как элемента системы) или алгоритм взаимодействия данного*

¹ Oreshkov O., Costa F., Brukner C. Quantum correlations with no causal order // Nature Communications 3:1092 (2012).

² Лещёв С.В. Конвергентно-технологические решения и гуманитарные импликации нейрокомпьютинга // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2013. № 4. С. 64–67.

³ Юркевич Е.В. Информационные особенности сочетания материального и духовного аспектов существования живых систем // Философия и культура. 2012. № 9 (57). С. 17–27.

объекта с другими. Отражение⁴ этого свойства каким-либо объектом при ненулевой ценности изменяет неопределенность поведения последнего (в организационных системах изменяет вероятность достижения цели). Отраженная (воспринятая) информация называется сообщением. Сообщение, в результате которого его получатель начинает действовать, называется сигналом.

Использование предлагаемого определения для анализа геноза в системе биологических объектов определило модель информационных воздействий, описывающую реакцию на поступающие сообщения. Будем понимать, что информация воздействует (воспринимается, хранится, перерабатывается) на трех уровнях, которые мы, исключительно в целях сугубо терминологического разделения, именуем «знак», «образ», «символ», абстрагируясь от привычного теоретического фона данных понятий:

- 1) на уровне “знаков”, т.е. в виде объективных значений характеристик вещественного объекта. На этом уровне носителями информации являются материальные объекты, а информационные воздействия проявляются в виде значенных численно измеряемых параметров.
- 2) на уровне “образов”, т.е. шкалы субъективно оцениваемых качественных характеристик объекта как конкретного экземпляра (типа «хороший» — «плохой»; «удобный» — «не удобный» и т.д.). На этом уровне носителем информации является чувственное переживание и рассудочная категоризация эмпирического акта информационного воздействия. Такое восприятие является связующим между материальным и идеальным уровнями реакций на информационное воздействие. В предлагаемом рассмотрении воздействие 2-го уровня представляется как инструмент когнитивно-эмоциональной оценки отношения приемника информации к характеристикам конкретного источника.
- 3) на уровне “символов”, т.е. «идеализирующего», дискурсивного, логического оформления информационного воздействия, определяемого описанием типа (вида) объекта (не конкретного экземпляра). Такое воздействие проявляется в

виде целостного единого символа, и не может представляться с помощью каких-либо характеристик. Результат этого воздействия служит критерием классификации объектов согласно цели восприятия информации.

Важной характеристикой информационного воздействия на 3-м уровне является то, что в результате восприятия сообщения приемник ранжирует важность параметров, определяемых воздействием на 2-м уровне. Например, рыба видит в скале щель, обросшую вкусным кормом. Если ей требуется избежать встречи с крупным хищником, то главным является ширина щели, а если опасности нет, то наличие корма становится важнее, чем размер возможного убежища.

Поясним особенности использования предлагаемой модели. Например, для анализа характеристик системы биологических объектов покажем влияние специфики носителей информации на проявление взаимодействия её элементов.

На первом уровне (при материальных носителях) действует функциональная зависимость проявления причинно-следственных закономерностей с возникновением строго определенного следствия после появления определенной причины.

На втором уровне (при субстанциях носителей, промежуточных между вещественными и нематериальными) информационные воздействия проявляются в виде формирования эмоционально-образного восприятия действительности. Можно полагать, что воздействия 2-го уровня определяются причинно-следственными закономерностями в нечетких логиках⁵. В результате одна и та же причина может вызывать следствия, отличающиеся между собой на величину оценки разброса в когнитивно-эмоциональных характеристиках различных приемников информации. В предельном случае их реакции могут быть диаметрально противоположными. Например, если в водной среде появляется неестественный запах, то некоторые особи рыб повышают свою активность, а некоторые впадают в состояние релаксации.

На третьем уровне информационного воздействия, в связи с материально не объективируемой природой и носителей, и процесса восприятия, проявляются специфические особенности каузальных связей между действиями источника и приемника.

⁴ Для уточнения понятия «отражение информации» примем этимологию английского слова “in-formation” как внутреннее формирование, т.е. совершенствование структуры внутри приемника информации.

⁵ Шевченко Ю.Л., Онищенко Г.Г. Микроорганизмы и человек: некоторые особенности их взаимодействия на современном этапе // ЖМЭИ. 2001. № 2. С. 94–102.

Отметим, что в системах с социальным поведением элементов результаты воздействий на 3-м уровне проявляются в виде формирования целей и желаний субъекта, как приемника, и как источника информации. Причем, будем полагать, что при взаимодействии биологических объектов цели и желания определяются их физиологией. Человек выделяется из животного мира способностью развивать информационные воздействия третьего уровня, формируя желания в соответствии со своим духовным статусом вне зависимости от физиологии.

Важной для нашего рассмотрения особенностью биологических объектов является их способность быть открытыми и закрытыми для окружающей их среды. В случае закрытости такой объект можно рассматривать как замкнутую систему. Л.Н. Гумилевым ярко показана мысль, о том что, если система не реагирует на информационные воздействия внешней среды, то она не адаптируется к её изменяющимся характеристикам⁶. Следовательно, она не развивается и, согласно объективным общесистемным законам, она деградирует.

Например, рассмотрим систему «паразит-хозяин». Использование предлагаемой модели информационных воздействий позволяет заключить, что устойчивость геноза биообъекта определяется гармоничностью его восприятия воздействий внешней среды на всех трех уровнях.

Паразиты, имея хозяина как среду обитания, являются приемниками информации от этой среды. Значит, на направленность их биогеоэволюции должны влиять сообщения от хозяина. В то же время, наблюдения академика В.П. Сергиева показывают, что именно паразиты часто определяют направленность вектора адаптивности хозяина⁷.

Согласно выводу, сделанному в Е.В. Юркевичем⁸, необходимым условием развития биологической системы является принятие сообщений на третьем уровне. Рассмотрим особенность передачи информации, формирующей целеполагание живого объекта.

Представим биологический объект, как элемент развивающейся системы. Её устойчивость

обеспечивается отрицательной обратной связью при информационных воздействиях между элементами⁹.

Например, эпителиальная ткань кожного покрова рыбы является каналом прямой связи на первом уровне воздействий, где хозяин является источником, а паразит — приемником. Передача такой информации на втором уровне является усилителем этого воздействия. Отрицательная обратная связь реализуется с помощью информационного канала от паразитов на клеточные оболочки кожного покрова хозяина.

Анализ воздействий на третьем уровне показывает единовременность адаптации хозяина к воздействиям паразита и адаптации паразита к восприятию информации от хозяина. В этом случае можно полагать, что причиной адаптации одного из элементов рассматриваемой системы является стремление к взаимодействию с другим элементом, а следствием собственно восприятие сообщений. В то же время восприятие информации является причиной, а следствием — повышение (или уменьшение) стремления одного из биообъектов к взаимодействию с другим биообъектом. Фактически направленность вектора адаптации каждого из биообъектов является результатом их информационного взаимодействия на третьем уровне в виде положительной обратной связи. Особенностью такого взаимодействия является передача информации по одному и тому же каналу, что позволяет рассматривать воздействие на нематериальных носителях как следствие инверсии причинно-следственных связей.

Можно полагать, что условием обеспечения устойчивости системы материальных объектов является наличие отрицательной обратной связи при взаимодействиях её элементов на первом и втором уровнях. Условием развития биологической системы является наличие положительной обратной связи, определяемой двусторонностью действия каузальных связей между этими элементами.

В настоящее время случаи причинения и каузальности в естественноприродных системах описаны в широком ряде работ. Например, в физике это парадокс ЭПР, туннельный эффект, времени подобный интервал как критерий каузальной отнесенности объектов в специальной теории от-

⁶ Гумилев Л.Н. Конец и вновь начало. М.: ТЕНЕИС ДИ-ДИК, 1994.

⁷ Сергиев В.П., Филатов Н.Н. Инфекционные болезни на рубеже веков. Осознание биологической угрозы; Центр исследования проблем безопасности РАН. М.: Наука, 2006. 572 с.

⁸ Юркевич Е.В. Введение в теорию информационных систем. М.: ИД «Технологии», 2007.

⁹ Тулинов В.Д., Недельский Н.Ф., Олейников Б.И. Концепции современного естествознания. М.: Агар, 2001.

носительности и др.¹⁰. Однако для биологических систем философское осознание отличия хронологической упорядоченности причины и следствия в реакциях на информационные воздействия на материальных носителях (1-й уровень модели) и инверсии в причинно-следственных связях в реакциях на информационные воздействия на нематериальных носителях (3-й уровень модели) может стать новым методологическим аспектом управления целеполаганием их элементов.

Опыт информационных взаимодействий элементов системы биологических объектов

Особенности использования предлагаемых методологических положений, характеризующих направленность взаимодействия биологических объектов, рассмотрим с помощью механизма информационной передачи в адаптивной системе. Пусть имеется уже выбранная система «паразит-хозяин». Использование закономерностей информационного взаимодействия её элементов может явиться одним из инструментов для понимания роли паразитов в биогенезе хозяина, как одной из важнейших задач современной паразитологии и общей биологии.

В природе существует большое разнообразие форм генеза элементов системы «паразит-хозяин»¹¹. Например, внутритканевые бактериальные инвазии часто вызывают различные формы дегенерации и некроз клеток хозяина¹². В то же время, наночастицы бактерий отличаются особой жизнестойкостью и высокой сопротивляемостью к внешним факторам¹³. Однако, согласно биологической целесообразности обеспечения

функциональной надёжности существования¹⁴, кроме антагонистических отношений между организмами паразита и хозяина существуют отношения партнерства¹⁵.

Важной особенностью генеза биологических объектов является то, что признаки отдельных особей обычно проявляются на коротком отрезке времени. На больших временных интервалах на первое место выходят системные связи, определяющие закономерности в развитии социального поведения паразитов в колонии¹⁶.

Проведенный нами анализ результатов воздействия таких колоний на качественные характеристики жизнедеятельности их хозяина показал, что паразиты могут рассматриваться как сообщество, способное к согласованным реакциям на внешние раздражители. В этой связи колония представляется как упорядоченная и самосохраняющаяся общность, обеспечивающая интеграцию жизнедеятельности каждого из своих членов с организмом хозяина.

В данной работе предлагается методологическое обобщение результатов, представленных в ряде статей¹⁷, где в качестве объектов рассматривались бактериальные наночастицы, а в качестве среды – эпителиальная ткань рыб. В данной статье все рисунки являются результатами экспериментов Г.В. Девициной и Т.В. Головкиной.

Особенностью проведенных исследований является рассмотрение отдельной эпидермальной клетки как носителя характеристик хозяина в целом, и колонии бактериальных форм как носителя характеристик отдельного паразита. К наиболее существенным в нашем случае были отнесены закономерности, проявления которых являются регулярными на отрезках времени, сопоставимых с

¹⁰ Лещёв С.В. Онтологический статус Теста Тьюринга и субъективная реальность конвергентных технологий: эволюция разумности // Тест Тьюринга: философские интерпретации и практические реализации: Материалы научно-практической конференции, посвященное 60-летию публикации статьи Алана Тьюринга *Computing Machinery and Intelligence*. М., 2011. С. 47–61.

¹¹ Догель В.А.. Общая паразитология. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1962. 464 с.

¹² Филиппова А.В. Сахарова Т.В. Биологические взаимодействия «паразит-хозяин» // *Естествознание и гуманизм: Сб. трудов / Ред. проф. Н.Н. Ильинских*. М.: Наука, 2007. Т. 4. Вып. 2. С. 53–61.

¹³ Вайнштейн М.Б., Кудряшова Е.Б. О нанобактериях // *Микробиология*. 2000. Т. 69. № 2. С. 163–174.

¹⁴ Под функциональной надежностью понимается оценка вероятности выполнения физиологических функций.

¹⁵ Девицина Г.В., Юркевич Е.В., Бурлаков А.Б., Головкина Т.В. Анализ процессов биогенеза в системе «паразит-хозяин» на примере бактериальных наночастиц в эпителиальной ткани рыб // *Технологии живых систем*. Радиотехника. 2013. Т. 10. № 9. С. 88–97.

¹⁶ Сергиев В.П., Филатов Н.Н. Инфекционные болезни на рубеже веков. Осознание биологической угрозы; Центр исследования проблем безопасности РАН. М.: Наука, 2006. 572 с.

¹⁷ Девицина Г.В., Головкина Т.В., Зенова Г.М., Соина В.С., Богданов А.Г. Бактериальные наночастицы в эпителии ротовой полости и наружных покровов рыб // *ДАН*. 2012. Т. 444. № 5. С. 1–3.

длительностью жизни эпидермальной клетки и с длительностью существования колонии бактерий.

В названных работах, в качестве подопытных, были выбраны зараженные нанобактериями рыбы разных видов, различающихся по систематическому положению и экологической специфике. Это сеголетки сибирского осетра, *Acipenser baerii*, длиной 10–14 мм, молодь радужной форели *Parasalmo (=Oncorhynchus) mykiss*, карпа *Cyprinus carpio*, плотвы *Rutilus rutilus*, горчака *Rhodeus sericeus*. Было выявлено, что стереотип обеспечения надежности функционирования каждой особи паразитов, входящих в колонию, связан с ландшафтными условиями её размещения.

Биологические эксперименты показали, что если наличие нанобактерий на теле хозяина нарушало регулярность выполнения им физиологических функций, то организм рыбы и нанобактерии вынуждено находились в состоянии взаимной адаптации. В результате анализа образцов покровного эпителия и слизистой выстилки ротовой полости у подопытных рыб на поверхности наружного эпителия и эпителия их ротовой полости обнаружены волокнистые пучки пирамидальной формы. Как правило, они были ориентированы перпендикулярно к клеточной стенке.

Эти пучки выходят на поверхность через апикальную мембрану эпидермальных клеток. Таким же образом они проникают в соседние эпидермальные клетки. Пучки, расположенные даже на одном участке поверхности, различаются по высоте, что свидетельствует об их росте.

Как видно на Рис.1, пирамидальные наружные пучки состоят из нитей разной длины (от 0,5 до 10 мкм). Наиболее длинные нити находятся в центре, что и придает пучку форму пирамиды. Пучки быстро растут, изменяя форму, а затем обламываются и падают на поверхность эпителия. Их концентрация различается в разных участках поверхности эпителия: высокая (до 70000 шт/мм²) на дне эпителиальных складок и низкая (10–50 шт/мм²) на вершине складок.

Для изучения механизма сохранения устойчивости биогенеза рассматриваемой системы интерпретируем Закон необходимого разнообразия¹⁸, в приложении к рассматриваемой проблеме.

В нашем случае разнообразие примем как меру сложности взаимодействующего объекта и будем

его оценивать количеством возможных состояний этого объекта. Таким образом, будем считать, что согласно Закону необходимого разнообразия элемент системы имеет возможность поддерживать свой биогенез при информационном воздействии другого элемента этой системы в пределах возможностей его физиологии тогда и только тогда, когда он в состоянии вырабатывать отклики на все возмущения, которые могут вывести его состояние за пределы заданных границ. Иными словами, разнообразие возможных состояний приемника информации должно быть равно разнообразию откликов на воздействия, вырабатываемые источником.

Следовательно, для обеспечения устойчивости биогенеза рассматриваемой нами системы требуется близость в разнообразии информационных воздействий бактерий на рыбу и рыбы на бактерии. Каждая из рассматриваемых наноформ является биообъектом с много более низким уровнем организации и, соответственно, с малыми возможностями разнообразия информационных воздействий чем у рыбы. Тенденция к повышению такого разнообразия определяет закономерности формирования колонии нанобактерий.

Биоэксперимент показал, что на срезах зараженных эпидермальных клеток ротовой полости форели, при увеличении в 20000–40000 раз, видны бактериальные наноформы, объединенные во внутриклеточную колонию со сложной пространственно организованной структурой. Особенностью этой структуры является возможность организации информационного взаимодействия, в результате которого функционирование эпидермальных клеток сохраняется даже при изменении параметров среды обитания рыбы.

Проникая в здоровые клетки эпителия, шаровидные нанобактерии образуют цепочки или нити, которые удлиняются, закручиваются, объединяются в пучки и заполняют почти весь объем клетки (Рис. 2а).

На представленных рисунках видно плотное внутриклеточное сплетение строго ориентированных нитей с шаровидными гранулами, образующее систему кластеров размером 2.5–1.3 мкм. Пристеночно расположенные кластеры ориентированы перпендикулярно клеточной мембране. Кластеры, расположенные в центре клетки, объединяются в слои, которые формируют правозакрученную спираль (Рис. 2а).

Внутреннее строение каждого кластера также позволяет сохранять прочность его формы и раз-

¹⁸ Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Изд. Иностран. литературы, 1959.

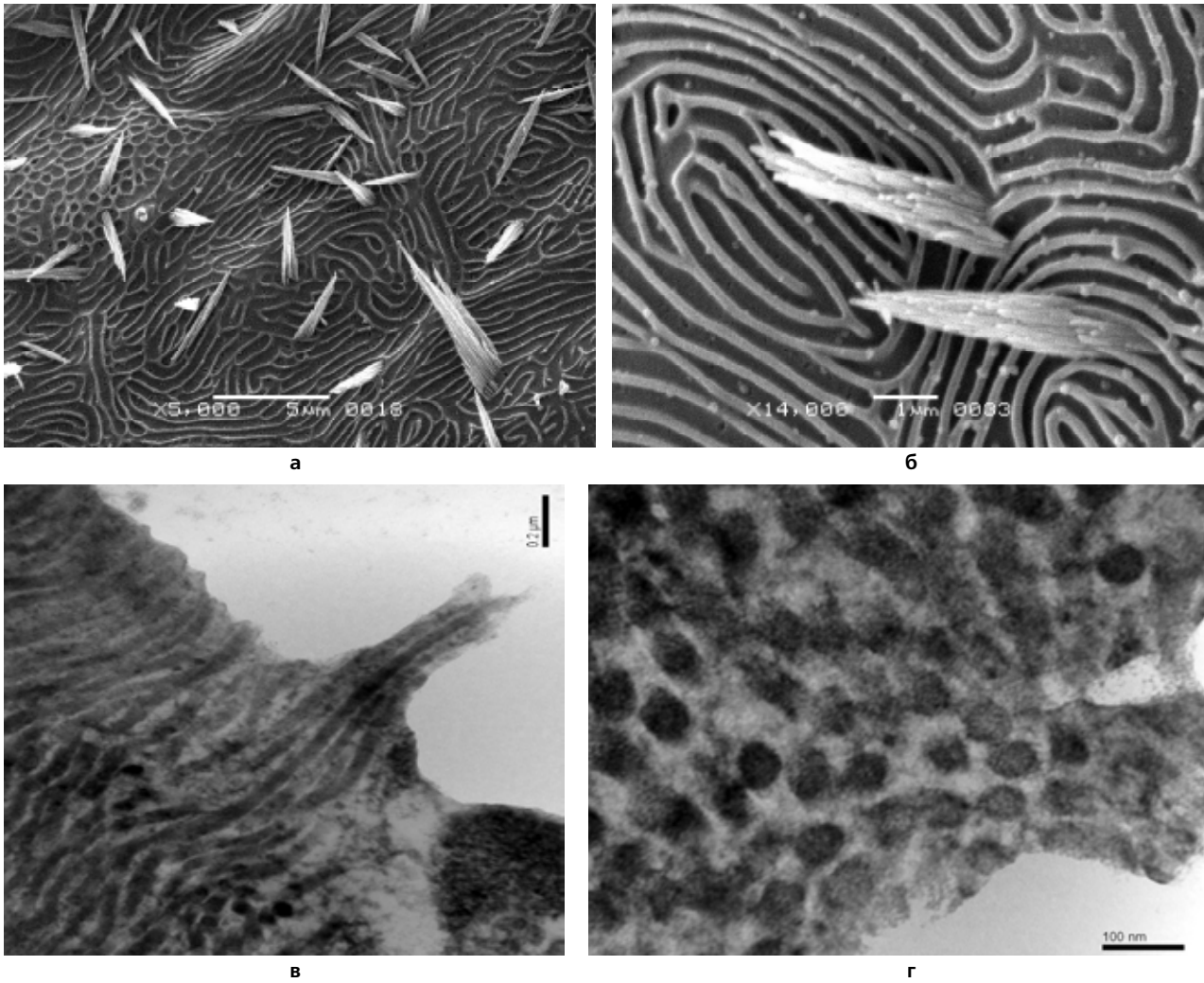


Рис. 1. Нити нанобактерий на поверхности и внутри эпителия ротовой полости форели.

а – Наружные пирамидальные пучки нитей различной высоты (стоящие и лежащие) на поверхности эпителия. Калибровка 5 мкм.

б – Два наружных пучка, пробадающих апикальную мембрану и споры на гребнях апикальной мембраны эпидермальных клеток. Калибровка 1 мкм.

в – продольный срез заражённой эпителиальной клетки с выходящим на поверхность пучком нитей. Калибровка 0,2 мкм.

г – Основание пучка нитей, выходящего из клетки с шаровидными нанобактериями. Калибровка 0,1 мкм.

мера. Последнее обеспечивается геометрическим распределением шаровидных наноформ (Рис. 2б). Строгая ориентация и плотность упаковки цепочек шаровидных наноформ поддерживается наличием многочисленных каналов информационной связи в виде белковых мостиков, соединяющих длинные цепочки (Рис. 2а).

При этом колония бактериальных наноформ занимает почти весь объём эпидермальной клетки, вытесняя цитоплазму с её структурами. Однако пристеночно в клетке сохраняется небольшая

зона, ограниченная мембраной, в которой находится клеточное ядро с ядрышком и перинуклеарный слой цитоплазмы (Рис. 2а).

В процессе биогенеза бактерии нарушается пространственная организация эпидермальной клетки, но собственно клетка остаётся живой. В этот период развития бактериальной наноформы, рыбы сохраняют нормальное функциональное состояние, питаются и имеют нормальную окраску эпителиальных покровов. Электронное сканирование поверхности эпителия ротовой полости рыб по-

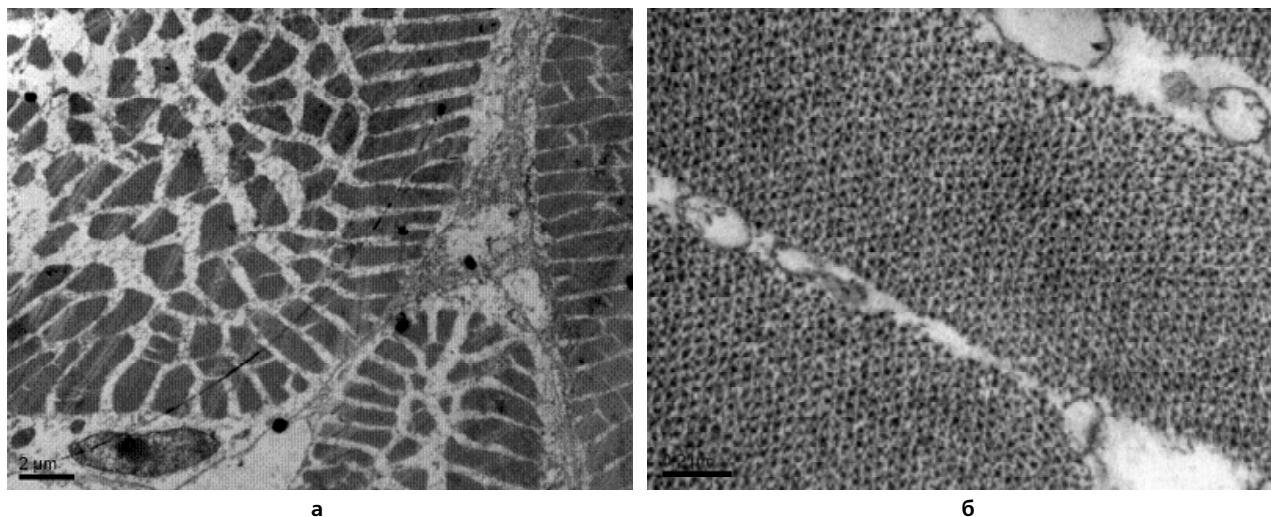


Рис. 2. Поперечный срез заражённого покровного эпителия на языке форели.

- а** – Эпителиальные клетки: три четко ограниченные области – пространства клеток; внизу левой клетки маленькое пространство с черной точкой – область работающего организма клетки, оставшаяся после образования колонии; закрученные в виде спирали системы темных областей – кластеры колоний нанобактерий. Калибровка 2 мкм.
- б** – Внутренняя структура кластеров колонии нанобактерий; поперечный срез. Калибровка 0.2 мкм.

казало, что длинные «зрелые» волокнистые пучки выносят бактериальные шаровидные наноформы в виде одиночных гранул, которые прилипают к ребристой апикальной мембране эпидермальных клеток. Эти шаровидные наноформы могут распространяться с потоком воды, омывающим эпителий рыб и вновь проникать в эпидермальные клетки.

Спецификой рассматриваемых колоний бактерий является паритет информационных воздействий паразит-хозяин и хозяин-паразит. Такая особенность подтверждается совпадением циклов развития бактерий с циклом жизни эпидермальных клеток. При воздействии внешней среды равно как на рыбу (на хозяина) так и на сообщество наноформ (на паразита) в молодых клетках одинаково начинается новое развитие колонии.

Анализируя рассматриваемый процесс обновления колонии с помощью трехуровневой модели информационных воздействий, можно допустить, что рассматриваемые наноформы, обладая паразитарными свойствами, фактически являются симбиотами по отношению к рыбе. Интерфейс системы, определяемой таким симбиозом, инвариантен к выбору канала информационной связи с внешней средой как со стороны эпителия рыбы, так и со стороны колонии наноформ. В таком случае образование колонии можно рассматривать как результат «коллективной адаптации» на осно-

ве информационной интеграции¹⁹ сообщества нанобактерий и непосредственно рыбы.

В будущем, в соответствии с НБИК-парадигмой, ставится задача изыскания условий управления биогенезом в системах рассматриваемого класса с помощью алгоритмизации такого интерфейса с учетом инверсии в каузальных связях.

Выводы

Современные разработки в рамках нано-био-инфо-когно-технологий, в том числе затрагивающие общие вопросы детерминизма и частные вопросы нарушения следственно-причинных отношений, диктуют необходимость переосмысления привычного категориального аппарата. В этой связи для исследования особенностей коммуникационной каузальности использовалась трехуровневая модель информационных воздействий.

Согласно такой модели, воздействия первого уровня влияют на численные значения характери-

¹⁹ Под интеграцией понимается процесс взаимодействия элементов колонии и клеток эпителия рыбы, вследствие которого отношения между нанобактериями упорядочиваются способом, обеспечивающим их системное функционирование при наличии информационных связей друг с другом и с рыбой.

стик материальных носителей, воздействия второго уровня — на субъективные оценки качества носителей, воздействия третьего уровня — на целеположение восприятия сообщений на нематериальных носителях. Использование этой модели в рассмотрении эпистемологических и онтологических аспектов проблемы биологической каузальности, показало актуальность конвергентного понимания природы информации, а также свойств живых объектов.

Опыт исследования особенностей информационных связей в биологических системах определил постановку проблемы формирования методологических направлений изучения технологии информационных воздействий, реализуемых на материальных и нематериальных носителях. В качестве базового постулата в статье принято, что причинно-следственный механизм взаимодействия материальных субстанций с передачей энергии и вещества основан на информационных взаимодействиях биологических объектов на всех трех уровнях.

Обобщение результатов описанных наблюдений позволяет заключить, что казуальные связи в системе типа «паразит-хозяин» характеризуются общими закономерностями в организации биогенеза живых объектов. Вследствие того, что внешняя среда не организует их взаимодействие, а природные факторы не регулируются ни хозяином, ни паразитами, и отдельные особи, и их сообщества вынуждены адаптироваться к имеющимся условиям.

В соответствии с результатами использования трехуровневой модели условиями устойчивости биогенеза данной системы является близость в направлении адаптации характеристик паразита и хозяина при равенстве разнообразия их информационных воздействий. При этом должен соблюдаться принцип: приемник информации должен

быть в состоянии обработать поступившее воздействие и дать на него адекватную реакцию.

Рассмотрение согласованности биогенеза колонии наноформ, как единого сообщества паразитов, с биогенезом рыбы, как их хозяина, позволяет сделать вывод о равновесии в информационных взаимодействиях между ними. Важной особенностью предлагаемой методологии является необходимость учета проявления инверсии в причинно-следственных связях между паразитом и хозяином. В данном рассмотрении приоритеты в развитии целеположения каждого из участников информационной передачи определялись по направленности вектора их биогенеза.

Отличительным свойством биологических объектов является принадлежность к определенному видовому типу, формирующая особенности информационного взаимодействия особей в сообществе. Следовательно, для повышения адекватности описания свойств живых систем необходимо учитывать интегральную природу коллективных феноменов. Используемый в работе методологический подход учитывал гетерофазность биологических носителей информации, компенсируемую формированием структуры колонии, а также её открытость для потоков вещества и энергии из внешней среды в сочетании с необратимостью информационных воздействий.

В целом проведенные исследования казуальных механизмов могут обрести значимую роль в разработках инфо-био-когно кластера. В частности, при исследовании таких важнейших когнитивных дифференциаций как механизмы формирования стратегии обработки информации и адаптации ее к носителю, а также при анализе холистического и партитивного характера коммуникации биологической системы с окружающей средой.

Список литературы:

1. Беклемишев В.Н. Биоценотические основы сравнительной паразитологии. М.: Изд. МГУ, 1970. 240 с.
2. Бурлаков А.Б., Юркевич Е.В. Девицина Г.В. Особенности воздействия слабых и сверхслабых электромагнитных полей на индивидуальное биологическое время живых систем // Нелинейный мир. 2011. № 4. Т. 9. С. 232–242.
3. Вайнштейн М.Б., Кудряшова Е.Б. О нанобактериях // Микробиология. 2000. Т. 69. № 2. С. 163–174.
4. Грязнова Е.В. Идентификация человека в информационной реальности // Психология и психотехника. 2013. № 4. С. 371–379.
5. Гумилев Л.Н. Конец и вновь начало. М.: ТЕНЕИС ДИДИК, 1994.
6. Гуревич И.М. Физическая информатика — новое синтетическое научное направление // NB: Кибернетика и программирование (электронный журнал). 2013. № 3. С. 55–74. (URL: http://www.e-notabene.ru/kp/article_9133.html).

7. Девицина Г.В., Головкина Т.В., Зенова Г.М., Соина В.ЧС., Богданов А.Г. Бактериальные наночастицы в эпителии ротовой полости и наружных покровов рыб // ДАН. 2012. Т. 444. № 5. С. 1–3.
8. Девицина Г.В., Юркевич Е.В., Бурлаков А.Б., Головкина Т.В. Анализ процессов биогенеза в системе «паразит-хозяин» на примере бактериальных наночастиц в эпителиальной ткани рыб // Технологии живых систем. Радиотехника. 2013. Т. 10. № 9. С. 88–97.
9. Догель В.А. Общая паразитология. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1962. 464 с.
10. Кульба В.В., Шульц В.Л., Шелков А.Б., Чернов И.В. Сценарный анализ в управлении информационной поддержкой процессов предупреждения и урегулирования конфликтных ситуаций в Арктике // NB: Национальная безопасность (электронный журнал). 2013. № 1. С. 62–152. (URL: http://www.e-notabene.ru/nb/article_301.html).
11. Леньков С.Л. Психологическая типология профессиональной деятельности информационного характера // Психология и психотехника. 2012. № 4. С. 72–83.
12. Лещёв С.В. Конвергентно-технологические решения и гуманитарные импликации нейрокомпьютинга // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2013. № 4. С. 64–67.
13. Лещёв С.В. Онтологический статус Теста Тьюринга и субъективная реальность конвергентных технологий: эволюция разумности // Тест Тьюринга: философские интерпретации и практические реализации: Материалы научно-практической конференции, посвященное 60-летию публикации статьи Алана Тьюринга Computing Machinery and Intelligence. М., 2011. С. 47–61.
14. Сергиев В.П., Филатов Н.Н. Инфекционные болезни на рубеже веков. Осознание биологической угрозы; Центр исследования проблем безопасности РАН. М.: Наука, 2006. 572 с.
15. Тулинов В.Д., Недельский Н.Ф., Олейников Б.И. Концепции современного естествознания. М.: Агар, 2001.
16. Урсул А.Д. Исследование информационных и глобальных процессов: междисциплинарные подходы и связи // NB: Проблемы общества и политики (электронный журнал). 2012. № 3. С. 154–201. (URL: http://www.e-notabene.ru/pr/article_259.html).
17. Урсул А.Д. Культура как информационный феномен // NB: Философские исследования (электронный журнал). 2013. № 8. С. 295–355. (URL: http://www.e-notabene.ru/fr/article_508.html).
18. Филиппова А.В., Сахарова Т.В. Биологические взаимодействия «паразит-хозяин» // Естествознание и гуманизм: Сб. трудов / Ред. проф. Н.Н. Ильинских. М.: Наука, 2007. Т. 4. Вып. 2. С. 53–61.
19. Чеснова Л.В. Эволюционная концепция в паразитологии. М.: Наука, 1978.
20. Шевченко Ю.Л., Онищенко Г.Г. Микроорганизмы и человек: некоторые особенности их взаимодействия на современном этапе // ЖМЭИ. 2001. № 2. С. 94–102.
21. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Изд. Иностранной литературы, 1959.
22. Юркевич Е.В. Введение в теорию информационных систем. М.: ИД «Технологии», 2007.
23. Юркевич Е.В. Информационные особенности сочетания материального и духовного аспектов существования живых систем // Философия и культура. 2012. № 9 (57). С. 17–18.
24. Oreshkov O., Costa F, Brukner C. Quantum correlations with no causal order // Nature Communications 3:1092 (2012).

References (transliteration):

1. Beklemishev V.N. Biotsenoticheskie osnovy sravnitel'noi parazitologii. M.: Izd. MGU, 1970. 240 s.
2. Burlakov A.B., Yurkevich E.V. Devitsina G.V. Osobennosti vozdeistviya slabykh i sverkhslabykh elektromagnitnykh polei na individual'noe biologicheskoe vremya zhivykh sistem // Nelineinyi mir. 2011. № 4. Т. 9. S. 232–242.
3. Vainshtein M.B., Kudryashova E.B. O nanobakteriyakh // Mikrobiologiya. 2000. Т. 69. № 2. S. 163–174.
4. Gryaznova E.V. Identifikatsiya cheloveka v informatsionnoi real'nosti // Psikhologiya i psikhotekhnika. 2013. № 4. S. 371–379.
5. Gumilev L.N. Konets i vnov' nachalo. M.: TENEIS DIDIK, 1994.
6. Gurevich I.M. Fizicheskaya informatika — novoe sinteticheskoe nauchnoe napravlenie // NB: Kibernetika i programmirovaniye (elektronnyy zhurnal). 2013. № 3. S. 55–74. (URL: http://www.e-notabene.ru/kp/article_9133.html).

7. Devitsina G.V., Yurkevich E.V., Burlakov A.B., Golovkina T.V. Analiz protsessov biogeneza v sisteme «parazit-khozyain» na primere bakterial'nykh nanoform v epitelial'noi tkani ryb // Tekhnologii zhivyykh system. Radiotekhnika. 2013. T. 10. № 9. S. 88–97.
8. Devitsina G.V., Golovkina T.V., Zenova G.M., Soina V.ChS., Bogdanov A.G. Bakterial'nye nanoformy v epiteli rotovoi polosti i naruzhnykh pokrovov ryb // DAN. 2012. T. 444. № 5. S. 1–3.
9. Dogel' V.A. Obshchaya parazitologiya. L.: Izd. Leningr. un-ta, 1962. 464 s.
10. Kul'ba V.V., Shul'ts V.L., Shelkov A.B., Chernov I.V. Stsenarnyi analiz v upravlenii informatsionnoi podderzhkoi protsessov preduprezhdeniya i uregulirovaniya konfliktnykh situatsii v Arktike // NB: Natsional'naya bezopasnost' (elektronnyy zhurnal). 2013. № 1. S. 62–152. (URL: http://www.e-notabene.ru/nb/article_301.html).
11. Len'kov S.L. Psikhologicheskaya tipologiya professional'noi deyatel'nosti informatsionnogo kharaktera // Psikhologiya i psikhotekhnika. 2012. № 4. S. 72–83.
12. Leshchev S.V. Ontologicheskii status Testa T'yuringa i sub'ektivnaya real'nost' konvergentnykh tekhnologii: evolyutsiya razumnosti // Test T'yuringa: filosofskie interpretatsii i prakticheskie realizatsii: Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoe 60-letiyu publikatsii stat'yu Alana T'yuringa Computing Machinery and Intelligence. M., 2011. S. 47–61.
13. Leshchev S.V. Konvergentno-tekhnologicheskie resheniya i gumanitarnye implikatsii neirokomp'yutinga // Neirokomp'yutery: razrabotka, primenenie. 2013. № 4. S. 64–67.
14. Sergiev V.P., Filatov N.N. Infektsionnye bolezni na rubezhe vekov. Osoznanie biologicheskoi ugrozy; Tsentr issledovaniya problem bezopasnosti RAN. M.: Nauka, 2006. 572 s.
15. Tulinov V.D., Nedel'skii N.F., Oleinikov B.I. Kontseptsii sovremennogo estestvoznaniya. M.: Agar, 2001.
16. Ursul A.D. Issledovanie informatsionnykh i global'nykh protsessov: mezhdistsiplinarnye podkhody i svyazi // NB: Problemy obshchestva i politiki (elektronnyy zhurnal). 2012. № 3. S. 154–201. (URL: http://www.e-notabene.ru/pr/article_259.html).
17. Ursul A.D. Kul'tura kak informatsionnyi fenomen // NB: Filosofskie issledovaniya (elektronnyy zhurnal). 2013. № 8. S. 295–355. (URL: http://www.e-notabene.ru/fr/article_508.html).
18. Filippova A.V., Sakharova T.V. Biologicheskie vzaimodeistviya «parazit-khozyain» // Estestvoznaniye i gumanizm: Sb. trudov / Red. prof. N.N. Il'inskikh. M.: Nauka, 2007. T. 4. Vyp. 2. S. 53–61.
19. Chesnova L.V. Evolyutsionnaya kontseptsiya v parazitologii. M.: Nauka, 1978.
20. Shevchenko Yu.L., Onishchenko G.G. Mikroorganizmy i chelovek: nekotorye osobennosti ikh vzaimosushchestvovaniya na sovremennom etape // ZhMEI. 2001. № 2. S. 94–102.
21. Eshbi U.R. Vvedenie v kibernetiku. M.: Izd. Inostrannoi literatury, 1959.
22. Yurkevich E.V. Vvedenie v teoriyu informatsionnykh sistem. M.: ID «Tekhnologii», 2007.
23. Yurkevich E.V. Informatsionnye osobennosti sochetaniya material'nogo i dukhovnogo aspektov sushchestvovaniya zhivyykh sistem // Filosofiya i kul'tura. 2012. № 9 (57). S. 17–18.
24. Oreshkov O., Costa F., Brukner C. Quantum correlations with no causal order // Nature Communications 3:1092 (2012).