

ГИПОТЕЗЫ

УДК 510.2, 530.145, 531, 538.9, 539, 573, 577

Гавриш О. Г.

**О ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛЯ:  
ТОРСИОННАЯ МОДЕЛЬ КЛЕТКИ**

На основании теории физического вакуума предложена торсионная модель функционирования живой клетки.

*Ключевые слова:* живая клетка, биологическое поле, физический вакуум, торсионная модель, ДНК, клеточное ядро, ионные каналы.

Наша формулировка основного свойства биологического поля не представляет по своему содержанию никаких аналогий с известными в физике полями (хотя, конечно, и не противоречит им).

*А. Г. Гурвич. Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей.*

Первоначальный вариант гипотезы о физической природе биологического поля был опубликован, как приложение в монографиях [11, 12], в журнальном варианте — [13], а также доложен на конференции «Физика биологических систем» [14]. Предлагаемая статья является дальнейшим развитием представлений о природе биологического поля.

1.

Современная биология парадоксальным образом игнорирует основополагающий принцип устройства природы — ее сущностную **целостность**. Это привело к глубокому кризису, как в самой биологической науке, так и в тех областях, которые пытаются в своей деятельности опираться на биологию. В частности, в медицине. Чрезмерное увлечение аналитическими методологиями, особенно на клеточном и субклеточном уровнях исследований, обусловило на сегодня практически полное пренебрежение интегральными подходами. Хотя уже около полутора столетий существует понимание того, что клетка есть морфологическая, функциональная и наследственная единица живого, до сих пор для биологической науки характерно отсутствие представлений о клетке как о **целом**. Тем не менее, идеи холистического мировоззрения в биологии получили глубокое развитие в работах многих ученых в XX веке. К их числу, несомненно, принадлежит профессор А. Г. Гурвич (1874-1954), все творчество которого проникнуто глубоким пониманием целостности жизненных проявлений. Особого внимания в этом контексте заслуживает его теория *биологического поля* [1].

Остановимся на принципиальных моментах концепции *клеточных полей* — позднейших представлениях А. Г. Гурвича о биологическом поле.

1. Источник поля Гурвич связывал с *центром* клетки — с *ядром*, позднее — с *хроматином* [2].
2. Клеточное поле по Гурвичу имеет *векторный, не силовой* характер. Это проявляется в том, что молекулы, (молекулярные комплексы) приобретают новую ориентацию, деформируются или движутся в поле *не за счет энергии поля*, а расходуя потенциальную энергию, которую они накопили, участвуя в клеточном метаболизме. Молекула, обладающая избытком энергии, находится в *возбужденном* состоянии и подвержена действию поля. При этом значительная часть накопленной энергии переходит в кинетическую. Когда эта избыточная энергия израсходована, и молекула возвращается в невозбужденное состояние, воздействие на нее поля прекращается.
3. Клеточное поле, будучи порождением неравновесных процессов, динамично по своей природе.
4. Клеточное поле анизотропно и обладает *видовой* специфичностью.

В последние годы интерес к творческому наследию А. Г. Гурвича постоянно возрастает. К сожалению, эта заинтересованность большей частью носит поверхностный характер и, зачастую, приводит к искажению идей Александра Гавриловича, приписыванию ему авторами своих собственных мыслей. Например, ничем иным нельзя объяснить появление циркулирующей в последние годы в научной и научно-популярной литературе, якобы принадлежащей Гурвичу, идеи о том, что клеточные поля являются полями, излучаемых клеткой (хромосомами) фотонов. В связи с этим, следует вполне определенно сказать, что А. Г. Гурвич отнюдь не сводил проявление биологического поля к митогенетическому излучению [3], исследованию которого посвятил около тридцати лет. Более того, в своем итоговом труде А. Г. Гурвич рассмотрел подобную возможность, однако отверг ее [2, с. 164]. Хорошо зная физику, Гурвич ясно понимал, что ни одно из известных в то время физических взаимодействий не соответствует свойствам открытого им биологического поля, и не считал возможным спекулировать на эту тему.

Существует еще терминологический аспект, связанный с точным употреблением понятий. Лет 15-20 тому назад Л. В. Белоусов предложил не употреблять термин «биополе» по отношению к представлениям, которые развил Гурвич. Тому есть минимум две причины. Во-первых, сам Александр Гаврилович использовал в своих работах исключительно понятие «биологическое поле». Во-вторых, термин «биологическое поле» обоснован у А. Г. Гурвича четкими научными определениями и логическими построениями в отличие от расплывчатого понятия «биополе», которое применяется к самым разным полям, существующим в живых системах, и употребляемого зачастую декларативно.

Со времени развития Гурвичем представлений о клеточном биологическом поле прошло более полувека. В течение последних полутора десятилетий теоретически сформулированы и экспериментально подтверждены принципы «пятого» физического взаимодействия — полей инерции. Установлено, что поля инерции суть поля вращения — торсионные поля [4, 5]. Свойства торсионных полей (в частности, неэнергетический, векторный, аксиальный характер их проявления) удивительным образом совпадают со свойствами клеточных полей, открытых А. Г. Гурвичем. В данной работе делается попытка на основе представлений об определяющей роли торсионных взаимодействий в реализации биологического поля сформулировать простую торсионную модель клетки.

## **2. Свойства элементов клеточной структуры и торсионные поля**

### **1. Хроматин**

Хроматин, основу которого составляет хромосомная ДНК, взаимодействующая с многочисленными белками, а также РНК, обладает четко выраженным периодическим ритмом. Закономерная периодичность природного процесса свидетельствует о том, что он представляет собой целостное явление. Действительно, ритм преобразований хроматина на следующем организационном уровне обуславливает клеточный цикл от деления до деления для делящихся клеток и более специализированные циклы для дифференцированных клеток, которые не делятся.

Для нас крайне важны принципы молекулярной организации хроматина. Хорошо известно, что ДНК образует спиральные структуры. Белки в хроматине фактически «управляют» организацией молекулярного комплекса, обеспечивая его динамику. Поскольку спиральная структура является ключевым элементом в построении хроматина на всех уровнях его организации, элементы вращательного движения обязательно присутствуют в любых динамических преобразованиях хроматина. А такие преобразования постоянно происходят на протяжении всего клеточного цикла — это и репликация хромосомной ДНК, и транскрипция генов, и естественно кардинальные перестройки хромосом во время митоза.

Одним из важных следствий теории физического вакуума [4] является утверждение о том, что любое тело поляризует вакуум и, таким образом, создает в пространстве определенную полевую структуру, обладающую торсионной составляющей. Иными словами, всякое тело, кроме прочих полей, создает вокруг себя торсионное поле. Естественно, молекулы и субмолекулярные образования не являются в этом смысле исключением.

Если молекула или субмолекулярное образование обладает свойством совершать харак-

терные вращательные движения, то вполне вероятно она является источником динамических молекулярных торсионных полей. Для нас важно, что каждая хромосома уникальна в структурном отношении. Кроме того, в определенной области пространства — внутри своей клетки — каждая индивидуальная хромосома практически единственна. Это является предпосылкой того, что поля, которые создает каждая хромосома при осуществлении своей вращательной динамики, выражают ее свойства во всей полноте и не усредняются.

### 2. Ионные каналы в мембране ядра и во внешней плазматической мембране

Как известно, ионы обладают определенным спином. Ионные каналы обеспечивают целенаправленное движение ионов, т. е. спинурирующих частиц, через мембрану. Каждый вид ионного канала специфичен, т. е. по нему передвигаются ионы преимущественно одного вида и в одном направлении. Кроме того, хорошо известно о важной роли спиральных структур белковой и небелковой природы в образовании трансмембранных каналов [6]. Таким образом, не исключено, что структурная организация ионных каналов мембраны может обеспечивать отбор ионов в соответствии с их спиновой ориентацией, а также способствовать приобретению ионом дополнительного вращательного момента.

Следует еще раз подчеркнуть, что принципы спиральной организации широко использованы в структуре биологических макромолекул. Исключительное место они занимают в построении нуклеиновых кислот и достаточно важное — в структуре белков.

### 3. Белковые молекулы — ферменты

Как известно, ферменты и их субстраты, участвуя в биохимических процессах, обладают свойством приобретать спиновую поляризацию и переходить в возбужденное состояние. Это их свойство широко используется в ЭПР-исследованиях (электронный парамагнитный резонанс) в биологии и медицине. Представляется важным моментом, что именно белковые молекулы, по мнению А. Г. Гурвича, являются объектом действия биологического поля. Именно они, пребывая в сфере действия биологического поля, создают «неравновесные молекулярные констелляции» — важнейшие динамические образования в клетке. Именно белковые молекулы-ферменты являются источником митогенетического излучения — вторичной хемилюминесценции — явления, о роли которого сказано ниже.

### 4. Митогенетическое излучение

**Митогенетическое излучение** [3] представляет собой сверхслабое ультрафиолетовое излучение в диапазоне от 190 до 330 нм. Было открыто А. Г. Гурвичем в 1923 г. Исключительная важность митогенетического излучения для живых систем была показана в многочисленных работах Гурвича с соавторами в 20-х — 40-х годах прошлого века. Имея фотонную природу, митогенетическое излучение обладает торсионной компонентой [4]. Оно является неотъемлемой, дополнительной (по Н. Бору) составляющей клеточного поля, ни в коей мере, однако, не исчерпывая его проявление. Важно подчеркнуть, что митогенетическое излучение играет важную роль, как во внутриклеточных, так и в межклеточных взаимодействиях.

### 5. Источники торсионных полей во внешней среде и их взаимодействие с торсионными полями клетки

*Окружающие клетки и тела неживой природы.* В формировании актуального биологического поля данной клетки принимают участие окружающие ее клетки. Внешние торсионные воздействия на клетку весьма обширны и многообразны. Среди тел неживой природы следует подчеркнуть роль воды и растворенных в ней веществ, образующих очень мобильную динамическую систему, способную передавать информацию, жизненно важную для живых клеток. Вода, благодаря своим уникальным свойствам, образно выражаясь, постоянно ощущает дыхание Вселенной. Ее ритмы и полевые воздействия влияют на биосферные процессы в значительной степени посредством воды.

Заметную роль играют кристаллические образования, входящие в состав биогеоценозов (например, горные породы) и тел организмов, и тесно взаимодействующие с живым. К примеру, раковины моллюсков, неорганические кристаллические структуры в составе костной ткани и т. д., вносят свой вклад в виде статических торсионных полей.

### 3. Особенности строения и функционирования ДНК с точки зрения ее предполагаемых торсионных свойств

Есть все основания полагать, что ключевую роль в возникновении, развитии и существовании жизни играют уникальные и специфические молекулы ДНК, входящие в состав хромосом (хроматина), а также плазмид и вирусов. ДНК в живых организмах, практически всегда в комплексе с белками, существует преимущественно в форме различных образом организованных спиралей. Отметим некоторые важные свойства, присущие собственно спиральям.

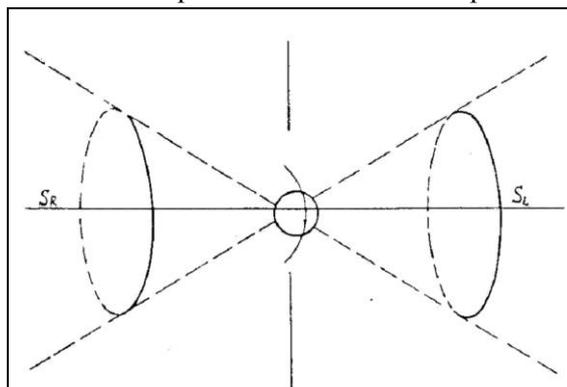


Рис. 1. Иллюстрация из работы [5], показывающая направленность торсионного поля объекта со спином.

Обычно спинующий объект создает у полюсов вдоль оси вращения поляризацию, соответствующую торсионным полям разной направленности. Соответственно, торсионное поле, формируемое со стороны одного полюса — правое, а со стороны другого — левое (см. рис. 1). Очевиден аксиальный характер поля — поляризация происходит в пространственных конусах, расположенных вдоль оси вращения объекта.

Иная ситуация возникает в случае скручивания-раскручивания спирали. Спираль при скручивании, равно как и при раскручивании, обладает на обоих концах одинаковым направлением вращения. Естественно, торсионное поле, генерируемое динамической спиралью в обе стороны, будет одинаковым (!), а направление по-

ляризации пространства — «правое-левое» — будет зависеть от того, скручивается спираль или раскручивается (рис. 2).

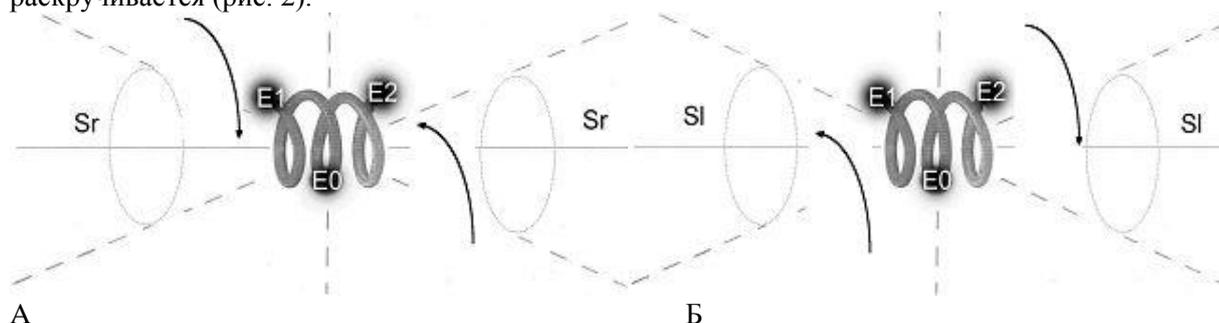


Рис. 2. Торсионные поля, возникающие при раскручивании спирали (А) и ее скручивании (Б).

А — при раскручивании правой спирали вращение элементов E1 и E2 относительно центральной области спирали (E0) поляризует пространство в обоих внешних конусах одинаково, создавая правое торсионное поле.

Б — при скручивании правой спирали вращение элементов E1 и E2 относительно центральной области (E0) происходит в обратном направлении, нежели при раскручивании, и пространство в обоих внешних конусах теперь поляризуется, создавая левое торсионное поле.

ДНК целиком, хотя и не вся сразу, раскручивается в процессе репликации (удвоения). Считается, что процесс полной спирализации хромосом происходит на начальной стадии митоза — в профазе. Как мы увидим далее, по-видимому, полностью спирализация (компактизация) хромосом завершается к началу метафазы. Тем не менее, в конце профазы хромосомы делящейся клетки можно наблюдать в световой микроскоп. При этом торсионное поле при спирализации хромосом имеет такую направленность, что вступает в противоречие с торсионным

полем мембраны ядра. В результате к концу профазы ядро клетки исчезает, и хромосомы оказываются в цитоплазме. По окончании метафазы хромосомы начинают расходиться к полюсам делящейся клетки и, судя по всему, сразу же начинаются процессы деспирализации хромосом. Хотя есть основания предполагать (см. раздел 5), что именно начинающаяся в метафазе деспирализация хромосом является причиной начала их движения к полюсам. В стадии телофазы хромосомы, собравшись в полярных областях делящейся клетки, активно деспирализуются, восстанавливая прежнюю ориентацию торсионного поля. Это приводит к формированию мембраны нового ядра каждой из дочерних клеток вокруг компактной области деспирализующихся в телофазе хромосом.

Вполне вероятно, что определенные вращательные движения, связанные с раскручиванием и скручиванием спиральных структур ДНК происходят и при транскрипции генов, хотя, по всей видимости, они не играют определяющей роли в формировании поля клетки.

Следует подчеркнуть, что процесс репликации, как впрочем, и иные процессы в клетке, носит строго упорядоченный и повторяющийся характер. Как показано в работе [7] на экстрактах яиц *Xenopus* (шпорцевой лягушки) у эукариот сразу по завершении деления и начале формирования ядра, происходит образование сложных белковых комплексов, так называемых, пререпликационных центров (рис. 3). Позже они превращаются в центры репликации, которые определяют места прикрепления хромосомной ДНК в ядре клетки и собственно осуществляют репликацию в S-периоде интерфазы. Логичным выглядит предположение, что репликационные центры располагаются в ядре закономерным образом и их констелляция носит видоспецифичный характер. Так может определяться видовая особенность конфигурации генерируемых торсионных полей, иными словами, специфичность биологического поля данного типа клетки, ткани, вида.

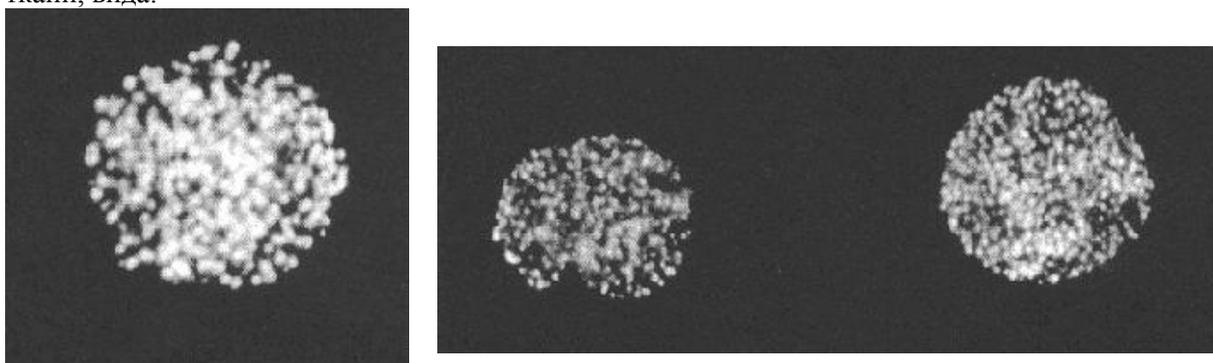


Рис. 3. Визуализация пререпликационных центров в экстрактах яиц *Xenopus*, фотографии из работы [7].

Пререпликационные центры — сложные белковые комплексы, которые возникают по завершении митоза путем самосборки. Превращаются в функциональные репликационные центры после формирования мембраны ядра. В работе [7] пререпликационные центры были визуализированы с помощью моноклональных антител с флуоресцентной меткой.

Двойная спираль не раскручивается сразу вся целиком, а происходит расплетание и репликация определенных участков ДНК, называемых репликационными вилками. Одновременно репликация может идти в нескольких репликационных вилках. Синтез комплементарных нитей ДНК внутри репликационной вилки идет параллельно деспирализации двойной спирали.

Известна скорость движения репликационной вилки у бактерий. У *E. coli* она составляет 800 пар оснований в секунду [6, с. 408]. Следовательно, нуклеотидные основания раскручивающейся хромосомы кишечной палочки вращаются вокруг оси двойной спирали с минимальной частотой около 80 гц. При этом, полностью репликация хромосомы *E. coli* заканчивается за 40 мин. Для большинства клеток этот процесс более длительный, однако есть клетки, в том числе эукариотические, у которых репликация происходит значительно быстрее.

Принципиальным моментом в настоящих рассуждениях является то, что каждая хромосома в клетке и, соответственно, каждая молекула ДНК, образующая ее, **уникальна** и **единственная**. (За исключением, разумеется, полиплоидов, в которых число хромосом кратное. Это,

однако, до известной степени не влияет на характер биологического поля полиплоидной клетки, поскольку кратные хромосомы изоморфны в структурном отношении, пространственно находятся в тесной близости и сходным образом расположены.) После удвоения в S-периоде интерфазы сестринские хроматиды продолжают составлять единое целое вплоть до окончания метафазы, когда хромосомы начинают расходиться к полюсам делящейся клетки. Однако после того как хроматиды разделились и пространственно обособились у противоположных полюсов, клетка уже не в состоянии сохраняться как единое целое и в телофазе оформление двух вновь возникших клеток завершается.

Таким образом:

- ДНК, ее структурные элементы, обладают (статическим) торсионным полем;
- для структурных элементов ДНК характерно упорядоченное вращательное движение с определенной частотой, обуславливаемое спиральным принципом организации нуклеиновой кислоты и реализующееся в процессах спирализации-деспирализации хроматина.

Исходя из этого, можно сделать предположение, что молекулы ДНК, являющиеся основой хроматина, в процессе своего функционирования **порождают специфические торсионные поля**, которые играют ключевую роль в существовании живого.

#### **4. Торсионная модель клетки**

Основываясь на перечисленных выше свойствах живой клетки можно сформулировать ее феноменологическую торсионную модель.

Модель клеточных торсионных взаимодействий должна включать источники внутриклеточных торсионных полей собственно *биологической природы*, и элементы, чувствительные к действию этих полей, в нашем случае, прежде всего — *белковые молекулы-ферменты*.

Определяющую роль в формировании торсионного поля клетки играет самосогласованное динамическое поле, создаваемое ансамблем хромосом (рис. 4 и 5). (Как известно [4, 5], торсионные поля одинаковой ориентации притягиваются, противоположной — отталкиваются.) Комплексные торсионные поля, связанные с мембраной ядра и внешней плазматической мембраной, формируемые функционирующими ионными каналами, играют подчиненную роль. Самостоятельное значение ионные каналы внешней плазматической мембраны могут приобретать в безъядерных клетках — например, зрелых эритроцитах. Таким образом, источники торсионных полей в клетке — хромосомы и мембранные ионные каналы, образуют концентрическую систему вложенных полей, в сфере действия которой внутри и вблизи клетки оказываются белковые молекулы — ферменты (и, вероятно, другие молекулы), находящиеся в возбужденном состоянии. Белковые макромолекулы переходят в возбужденное состояние, приобретая спиновую поляризацию, вследствие осуществляемых ими биохимических преобразований. Попав в сферу действия клеточного торсионного поля, молекулы перемещаются, деформируются, меняют свою ориентацию, расходуя при этом избыток энергии, полученный ими из химических реакций. При взаимодействии с полем молекулы образуют внутриклеточные динамические структуры, характерные для живой клетки. Израсходовав свою избыточную энергию и, перейдя в невозбужденное состояние, молекулы выходят из-под влияния клеточного торсионного (биологического) поля.

Поскольку в разные периоды клеточного цикла динамика хроматина различна, нам нужно рассмотреть как минимум четыре разных периода: деспирализация хромосом в телофазе митоза, фазу относительного покоя хроматина в периоде  $G_1$  интерфазы, спирализация хромосом в профазе митоза и хромосомные перестройки на протяжении митоза (см. раздел 5).

1. По окончании короткого периода метафазы хромосомы начинают свое движение к полюсам клетки. Причем необходимо подчеркнуть, что это происходит в не зависимости от того, наблюдается в клетке ахроматиновое веретено или оно отсутствует. Есть основания полагать, что начало движения хромосом к полюсам связано с началом раскручивания — деспирализации хромосом. Подробнее на этом мы остановимся в следующем разделе, а сейчас отметим, что раскручивание хромосом сопровождается стадиями анафазы и телофазы вплоть до завершения последней. Наиболее интенсивно и полно деспирализация происходит в стадии телофазы (рис. 4,

А). При этом раскручивающиеся хромосомы формируют вблизи полюсов — областей, где они компактно расположились к концу телофазы — «правое» торсионное поле, которое вступает в противоречие с внутренним «левым» полем плазматической мембраны, образованным функционирующими ионными каналами. «Правое» и «левое» торсионные поля уравниваются на определенном расстоянии и в этих местах формируются мембраны ядер сестринских клеток. Так в результате взаимодействия и уравнивания торсионных полей реализуется известный закон, гласящий о существовании определенной пропорции между объемом ядра и общим объемом данного вида клетки (рис. 4 Б).

2. В профазе митоза происходит активная спирализация — компактизация хромосом (рис. 4, В). В ограниченной области пространства формируется «левое» торсионное поле, которое вступает в противоречие с «правым» торсионным полем внутренней стороны, лежащей в непосредственной близости, мембраны ядра. В результате мембрана ядра разрушается и «растворяется» в цитоплазме. Компактные, видимые в световой микроскоп, хромосомы оказываются лежащими по окончании профазы непосредственно в цитоплазме.

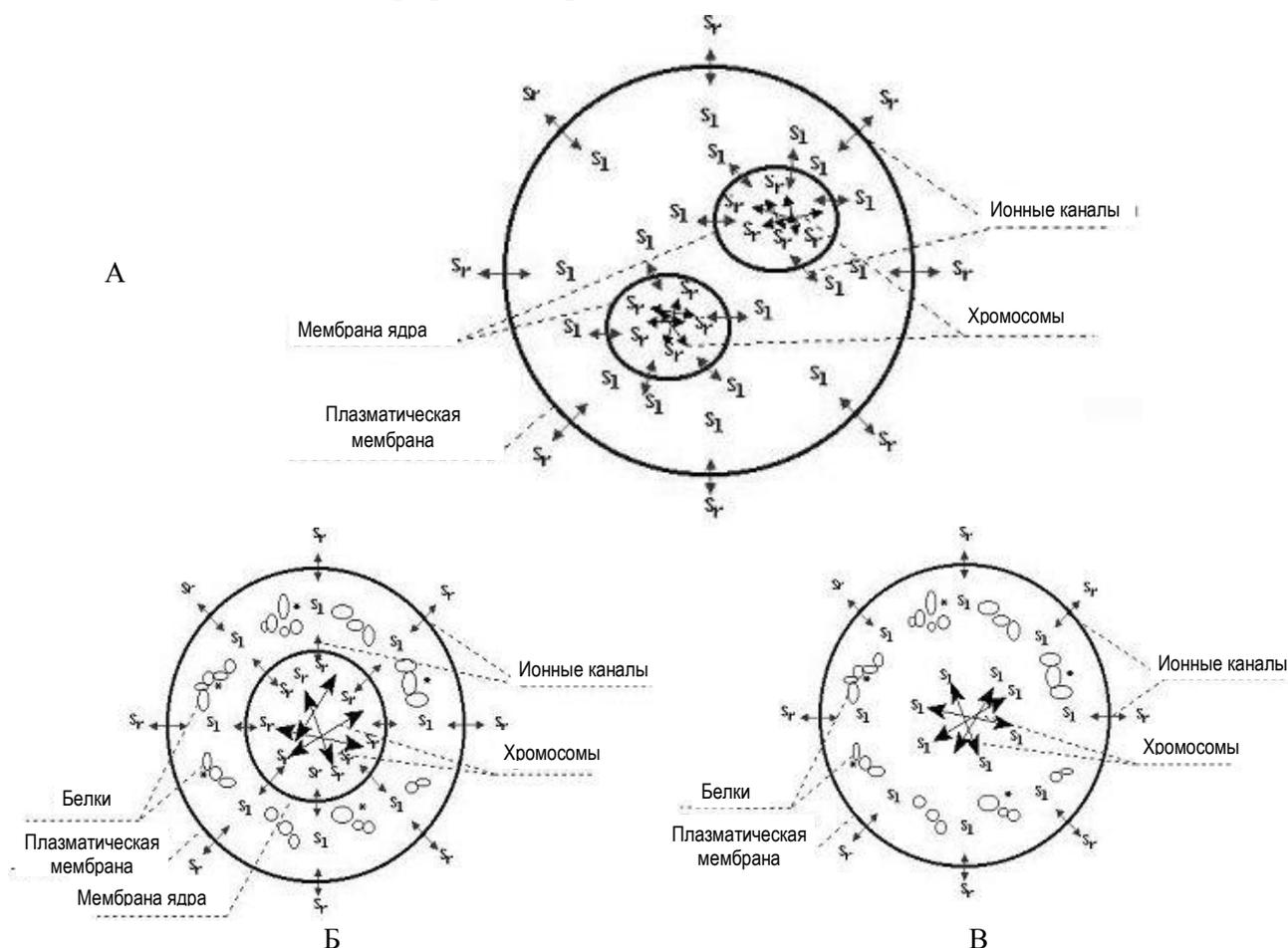


Рис. 4. Модель торсионных полей клетки в конце телофазы (А и Б) и профазы (В).

$S_L$  — «левая» ориентация торсионного поля;  $S_R$  — «правая» ориентация торсионного поля. Молекулы ферментов (белки) образуют в «левом» внутриклеточном торсионном поле диссипативные молекулярные структуры («неравновесные молекулярные конstellации») с характерной способностью к самоорганизации. Находясь в возбужденном состоянии, неравновесные молекулярные структуры взаимодействуют с торсионным полем клетки.

А — раскручивание хромосом завершается в конце телофазы; между «правым» торсионным полем хромосомом и «левым» торсионным полем внутренней стороны плазматической мембраны на определенном расстоянии внутри клетки устанавливается равновесие, и в этом месте формируются мембраны ядер с соответствующей ориентацией ионных каналов.

Б — завершающий этап телофазы после обособления сестринских клеток.

В — спирализация хромосом к концу профазы завершается; хромосомы видны в световой микроскоп; «левое» торсионное поле скручивающихся хромосом вступает в противоречие с торсионным полем

мембраны ядра, порожденным действием ионных каналов, и мембрана ядра разрушается; хромосомы оказываются лежащими в цитоплазме.

3. Несомненный интерес представляет рассмотрение вопроса о характере клеточного поля во время относительного покоя хромосом после того, как они полностью деспирализовались в конце телофазы и еще не вступили в синтетическую фазу, т. е. в периоде  $G_1$  интерфазы. Этот период может быть сравнительно короток для активно делящихся клеток, но он весьма продолжителен для клеток тех тканей, где деления происходят редко или вообще прекратились.

Как уже было сказано, в этом периоде хроматин пребывает в состоянии относительного покоя, и преобразования хромосом не имеют такой четкой направленности, как в двух предыдущих рассмотренных случаях. (По-видимому, определенный вклад в общее поле клетки вносит периодическая транскрипция одних и тех же комплексов генов, но как уже упоминалось, это, скорее всего, не влияет решающим образом на клеточное поле). Вообще говоря, процессы, происходящие в хроматине на этой стадии должны быть *симметричны*: спирализация должна уравниваться деспирализацией, движение в одном направлении — таким же движением в противоположном. Однако при этом характер поля клетки — внешняя полевая оболочка — «правая», должен сохраняться. Как это можно себе представить?

Во-первых, — использовать представление о пульсациях в виде бегущей волны, что является достаточно обычным для природных периодических процессов. Бегущей по поверхности планеты волной предстает смена дня и ночи, пульсирующей от полюса к полюсу волной — сезонная смена температур, волнообразными толчками движется в результате сокращений сердца кровь по организму.

Во-вторых, — использовать данные о внутренней структуре клеточного ядра, экстраполируя их на период  $G_1$  интерфазы. Как уже отмечалось выше (см. рис. 3), по окончании митоза в формирующемся ядре образуются пререпликационные центры [7], которые после восстановления

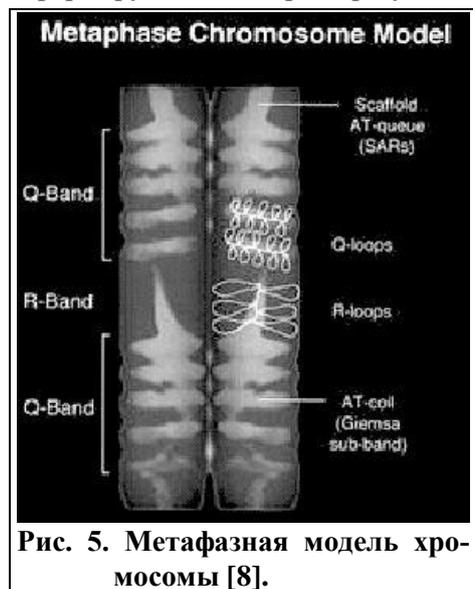


Рис. 5. Метафазная модель хромосомы [8].

мембраны ядра превращаются в полноценные центры репликации. Из этого можно сделать такие выводы: 1) репликационные центры, скорее всего, расположены на периферии ядра, поскольку связаны с его мембраной; 2) эти центры влияют на осуществление вращательных движений спирали ДНК, поскольку участвуют в ее расплетании-заплетании при репликации.

Еще один важный экспериментально установленный факт. В работе [8] показано (см. рис. 5), что сестринские хроматиды, еще тесно сцепленные в метафазе, являются *зеркально симметричными* друг по отношению к другу. А это свидетельствует о том, что одна из них имеет правую спираль, другая — левую. Иными словами, на уровне суперспирали хроматин может обладать, как *правой*, так и *левой* упаковкой.

В работе [8] показано, что в метафазе сестринские хроматиды, находящиеся в непосредственном контакте друг с другом, зеркально симметричны. Это свиде-

тельствует о том, что на уровне внешней суперспирали одна из них спирализована, как правая, а другая — как левая спираль.

Допустим, пульсации в ядре происходят от периферии к центру и обратно. На периферии ядра, вблизи мембраны, расположены, как уже отмечалось, репликационные центры, способные осуществлять вращательную динамику хроматина. Что находится в центре клеточного ядра, экспериментально пока не установлено, но логично предположить, что там сгруппированы центромерные области хромосом. Поскольку хорошо известно, что в анафазе митоза хромосомы движутся к полюсам в виде шпилек именно центромерными участками вперед вдоль нитей веретена (если оно есть), которые сходятся в полярных областях. Поэтому объединение в центральной области ядра центромер хромосом не выглядит столь уж невероятным.

На основании вышесказанного можно представить себе следующую динамику хроматина внутри ядра в периоде  $G_1$  интерфазы (рис. 6).

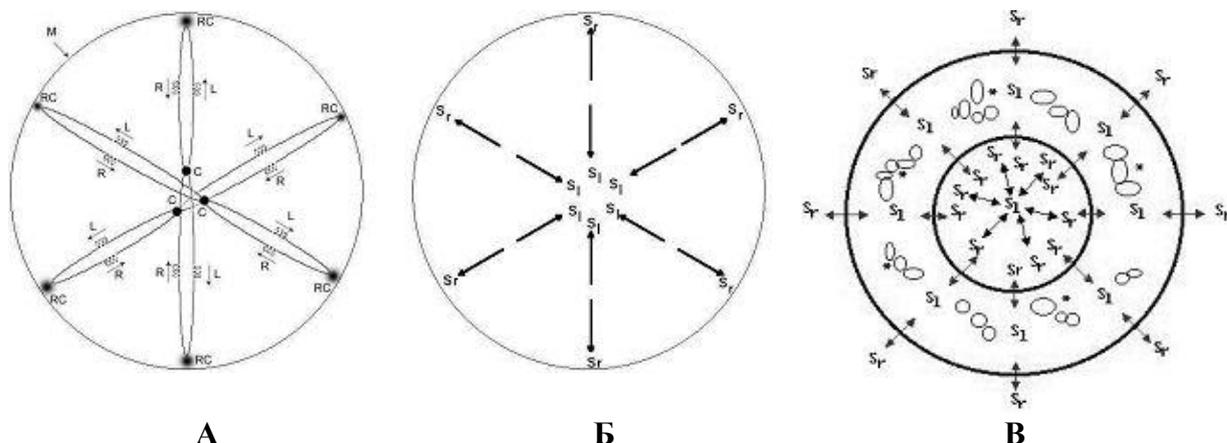


Рис. 6. Динамика хроматина внутри ядра в периоде  $G_1$  интерфазы.

**А** — схема расположения хромосом внутри клеточного ядра в периоде  $G_1$  интерфазы; М — мембрана ядра; RC — репликационные центры, связанные с мембраной; С — центромерные области хромосом; R — «правая» суперспираль, движущаяся от периферии ядра (репликационных центров) к центру ядра (центромерам хромосом); L — «левая» суперспираль, движущаяся от центра ядра (от центромер хромосом) к периферии ядра (репликационным центрам).

**Б** — схема поляризации внутреннего пространства ядра волнами суперспиралей хроматина, движущимися вдоль хромосом.

**В** — торсионная модель клетки в периоде  $G_1$  интерфазы.

Внутри ядра в периоде  $G_1$  интерфазы устанавливается режим пульсации — обмена относительно короткими по сравнению с радиусом ядра волнами суперспирализованного хроматина между репликационными центрами и центромерными участками хромосом. Причем, «правые» суперспиральные волны движутся от периферии к центру ядра, а «левые» — от центра ядра — к периферии (рис. 6, А). Движущийся участок спирали — «волна спирализации» — спирализуется на переднем своем фронте и деспирализуется (раскручивается) на заднем. При этом надо учесть, что правая спиральная волна поляризует пространство таким образом: «левое» торсионное поле впереди по ходу движения, а «правое» — позади, левая же спиральная волна наоборот — «правое» торсионное поле впереди по ходу движения, а «левое» — позади. Тогда в результате мы получаем устойчивую картину поляризации пространства клеточного ядра в периоде  $G_1$  интерфазы — «левое» торсионное поле в центре, «правое» — обращено к периферии, к мембране ядра, как показано на рис. 6, Б. Таким образом торсионное поле ядра в периоде  $G_1$  интерфазы согласуется с полями ионных каналов мембраны ядра и обеспечивает существование устойчивого торсионного — биологического поля клетки, как показано на рис. 6, В.

В S-периоде интерфазы при посредстве репликационных центров ядра происходит удвоение хромосом. Этот процесс, по-видимому, складывается из множества локальных актов деспирализации и последующей спирализации уже удвоенных участков ДНК (по данным авторов работы [7] в ядре клетки образуется от 100 до 300 репликационных центров). Естественно предположить наличие при репликации подобных же пульсаций, что и в периоде  $G_1$  интерфазы — импульсы бегущих суперспиральных участков связаны с функцией расплетания-заплетания спиралей ДНК. Только теперь пульсации происходят со значительно большей частотой. Поэтому интенсивность клеточного поля при подготовке клетки к делению возрастает, а в целом, характер интерфазного поля сохраняется, рис. 6.

В периоде  $G_2$  интерфазы хромосомы уже удвоены, однако остаются тесно сцепленными друг другом и деспирализованными. В целом, можно предположить, что этот период по динамике хроматина не отличается существенно от периода  $G_1$ , см. рис. 6.

В заключение этого раздела необходимо отметить следующее. Логичным выглядит предположение о том, что при сохранении общего характера ориентации составляющих торси-

онного поля (внешнее клеточное поле — «правое»), оно для каждого вида клеток имеет строго индивидуальную структуру. Клеточное поле динамично и изменяется во времени в зависимости от местоположения клетки и ее функций в составе многоклеточного организма. Наиболее ярко эти изменения должны проявляться в процессе клеточного деления, в процессе эмбриогенеза и т. д.

Таким образом,

- геномная ДНК, функционируя в клетке в составе хромосом, выполняет на каждой стадии клеточного цикла упорядоченные повторяющиеся вращательные движения в процессе реализации своего собственного цикла;
- предполагается, что при этом хроматин становится источником торсионных полей;
- торсионные поля, порождаемые хроматином, обладают специфичностью и высокой динамичностью; они оказывают влияние на внутриклеточные белковые молекулы, пребывающие в возбужденном состоянии, и, взаимодействуя с внешними торсионными полями, обеспечивают жизнедеятельность клетки; можно сказать, что биологическое поле на базовом уровне представляет собой молекулярные торсионные поля, генерируемые хроматином (хромосомами).
- митогенетическое излучение является неотъемлемой составляющей взаимодействий в рамках клеточного поля.

## 5. Некоторые аспекты биологического поля митоза

А. Г. Гурвич изучал митоз подробнейшим образом. Именно работы, связанные с изучением митоза стали исходным пунктом исследований, которые привели к открытиям биологического поля и митогенетического излучения. Некоторые наблюдения за динамикой клеточного деления остаются актуальными и по сей день. Например, доказательство того, что митотическое веретено является неравновесным динамическим образованием [9], а вовсе не стабильной надмолекулярной структурой, как это принято считать сегодня.

Мы рассмотрим в этом разделе результаты одной из двух опубликованных работ [10], в которой рассматривается взаимодействие хромосом — митотических фигур — во время митоза и попытаемся объяснить наблюдаемые явления с позиций развиваемых здесь взглядов.

Работа была выполнена Е. Ч. Пухальской — сотрудницей А. Г. Гурвича, и называется «Морфологические изменения митотических фигур в результате их взаимодействия».

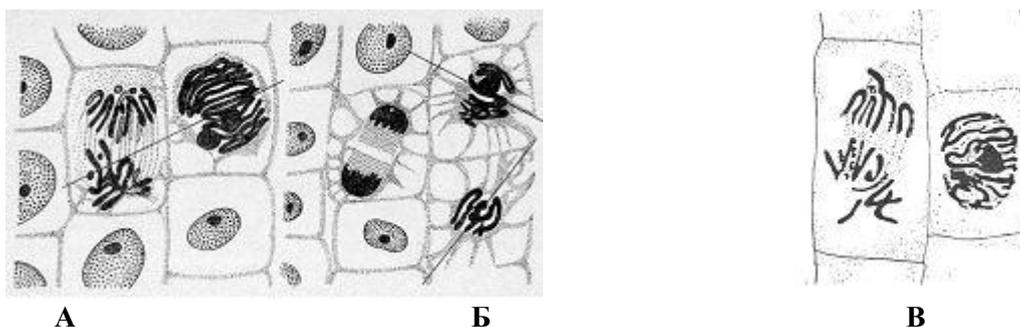


Рис. 7. Иллюстрации из работы [10].

Иллюстрации А и В в работе подписаны: «Результат действия спиремы на анафазу».

Б — «Симметричная телофаза. Оси соседних спирем с ней не пересекаются».

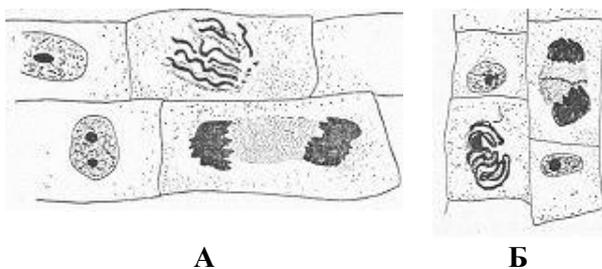
Изображения получены на меристеме корешков лука. На рисунках А и Б для удобства восприятия проведены оси митотических фигур.

Хорошо видно, что если ось хромосомальной фигуры в стадии прометафазы (спиремы) пересекает ось другой митотической фигуры, которая находится в стадии анафазы, то хромосомы анафазной фигуры испытывают сильное отталкивающее действие, исходящее от прометафазных хромосом.

Здесь важно напомнить две вещи. 1. В концепции биологического поля Гурвича действие поля (в том числе и хромосомного) предполагалось, как отталкивающее. 2. В то время ничего не было известно о структуре хроматина (хромосом) и не выдвигалось никаких предположений относительно физической природы биологического поля.

В работе исследовалось взаимодействие митотических фигур делящихся клеток в мозговых пузырьках тритона и аксолотля, а также при митозах в корешках лука и спорах лиственницы. Было установлено, что при прохождении митозов в соседних клетках и при условии, что ось митотической фигуры одной клетки пересекает ось хромосомальной фигуры в другой клетке, это приводит к деформации последней (см. рис. 7). Причем было показано, что наблюдаемое влияние вызывалось именно взаимодействием хромосом, и никак не было связано с изменением тургорного давления в соседних клетках и т. п.

На рис. 7, А и В показано влияние митотических фигур, пребывающих в стадии спиремы (название этапа, относящегося к прометафазе) на хромосомальные фигуры, которые находятся в стадии анафазы. Воздействие по своему характеру явно отталкивающее. Как писал А. Г. Гурвич: «порядок расположения хромосом в диастере (анафазе — прим. автора) нарушается словно на них подул сильный ветер» [9, с. 258]. Отталкивающее действие хромосомального поля наблюдается и при влиянии митотической фигуры, находящейся в стадии прометафазы на соседнюю телофазу (см. рис. 8).



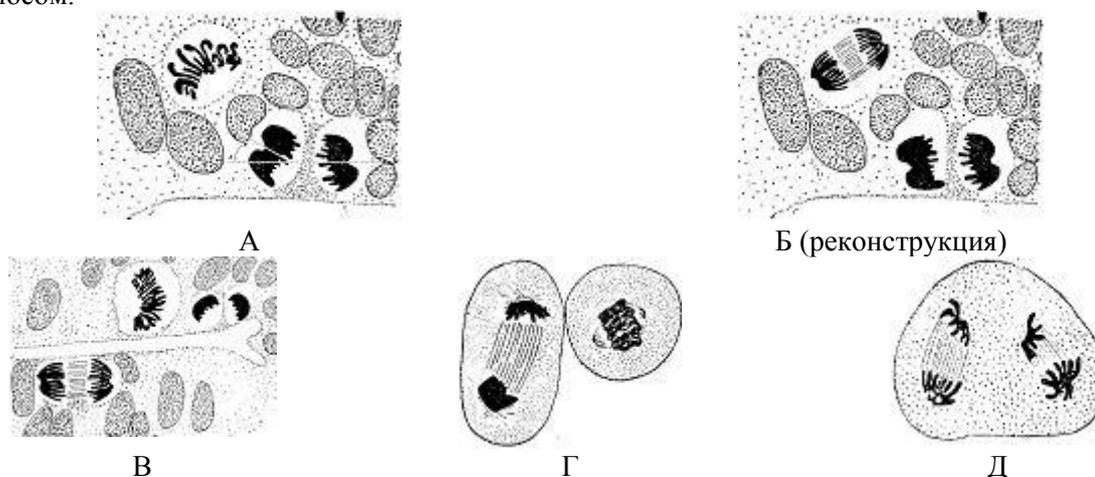
**Рис. 8. Результаты воздействия спиремы на соседние телофазы [10].**

При внимательном рассмотрении видно, что хромосомы в стадии телофазы отталкиваются при условии, что ось митотической фигуры хромосом соседней клетки в стадии прометафазы направлена на них. (Результаты также получены на меристемах корешков лука).

Однако, наблюдается и взаимодействие иного характера, которое при тщательном рассмотрении изображений можно охарактеризовать, как установление определенной взаимной ориентации осей митотических фигур, определенной «соосности» (см. рис. 9). Правда, в этом случае речь уже идет о воздействии метафазной или анафазной митотических фигур на хромосомальную фигуру телофазы или о взаимодействии двух анафазных (рис.9, Д) фигур. При этом наблюдается поворот хромосомной пластинки, которая оказалась на пересечении с осью митотической фигуры соседней клетки.

Теперь рассмотрим, как можно представить события, происходящие на отдельных этапах митоза, с точки зрения вращательной динамики хромосом.

Начинающаяся в стадии профазы спирализация хроматина, приводит, как мы видели в предыдущем разделе, к разрушению оболочки клеточного ядра. Спирализация активно продолжается в стадии прометафазы (спиремы) и мы наблюдаем на рис. 7 и 8 результат действия поля, которое складывается из полей отдельных более-менее параллельно ориентированных хромосом.



**Рис. 9. Взаимодействие хромосомных пластинок на поздних стадиях митоза — метафазе, анафазе и телофазе.**

- А** — изображение из работы [10]: «Мозговой пузырь аксолотля. Смещение одной из дочерних пластинок телофазы под влиянием соответственно расположенной метафазы»; мною проведены оси, чтобы показать, что излом оси вызван именно поворотом одной из дочерних хромосомных пластинок — сравните с рис. Б, где то же самое изображение реконструировано.
- Б** — реконструкция изображения из рис. А; показано, что если бы ось соседнего митоза не пересекала ось телофазной фигуры, то последняя бы оставалась симметричной.
- В** — изображение из работы [10]: «Мозговой пузырь аксолотля. Вверху асимметричная телофаза, испытывавшая влияние метафазы. Внизу симметричная анафаза, с которой ось метафазы не пересекается»; видно, насколько резко повернулась одна из телофазных пластинок; можно предположить, что выталкивание оси телофазной пластинки из сферы действия хромосомного поля метафазы вызвано тем, что с этой стороны метафазной пластинки раскручиваются хромосомы с левой внешней суперспиралью.
- Г** — изображение из работы [10]: «Две соседние материнские клетки пыльцы лиственницы. Смещение одной из дочерних пластинок телофазы, на которую направлена ось ранней анафазы»; очевиден поворот телофазной пластинки и согласование направления ее оси с осью анафазной фигуры.
- Д** — изображение из работы [10]: «Взаимное деформирующее действие двух митозов в одной материнской клетке пыльцы лиственницы»; видно, что анафазные пластинки соседних митозов поворачиваются так, чтобы совместить свои оси.

Почему происходит отталкивание этим полем хромосомных пластинок в стадии анафазы или телофазы, которые оказываются на пересечении с его осью? Да потому, что в анафазе и телофазе хромосомы уже деспирализуются и имеют, соответственно, противоположную вращательную динамику. Таким образом, ключевым моментом митоза является метафаза — очень короткий период перехода от прометафазы к анафазе, к движению хромосом к полюсам делящейся клетки. Из вышесказанного можно сделать предположение, что раскручивание хромосом начинается именно в метафазе, в ее конечной точке. Тут важно вспомнить (см. рис. 5), что сестринские хроматиды удвоенной хромосомы зеркально симметричны, то есть имеют разную спирализацию своих окончательных суперспиралей: одна — правую, другая — левую. Естественно, при начинающемся одновременном раскручивании, каждая из сестринских хроматид обладает противоположной по отношению к другой вращательной динамикой, и это приводит к их расталкиванию — начинается движение хромосом от экватора клетки к полюсам. Это позволяет объяснить расхождение хромосом и у тех видов, у которых не наблюдается при делении ахроматическое веретено.

Напротив, вращательная динамика хромосом в развившейся анафазе и в телофазе одинакового характера — хромосомы деспирализуются. Поэтому взаимодействие митотических фигур соседних клеток в анафазе и телофазе уже приводит не к отталкиванию, а к установлению приемлемой взаимной ориентации осей хромосомальных фигур (см. рис 9 Г и Д).

Особо следует сказать об изображениях на рисунках 9 А и В. Здесь в обоих случаях влияние на телофазную хромосомную пластинку оказывает метафазная хромосомальная фигура. По-видимому, в обоих случаях это уже самый конец метафазы — началось раскручивание внешних суперспиралей хромосом. В стадии телофазы хромосомы уже наверняка миновали стадию раскручивания внешней суперспирали и представляют собой раскручивающиеся «правые» спирали. (Логично предположить различие в направлении спирализации только на уровне внешних, «конечных» суперспиралей. Поскольку в противном случае деспирализующиеся в телофазе хромосомы не смогут восстановить клеточное ядро в соответствии со схемой на рис. 4 А). Мы не знаем, как расходятся сестринские хроматиды к полюсам у разных видов — все с «правой» суперспиралью в одну сторону, с «левой» — в другую, или в определенной пропорции. Однако, если у аксолотля все «правые» хроматиды движутся в одну сторону, а «левые» — в другую, то это позволяет объяснить неоднозначность влияния метафазной фигуры на телофазные пластинки в соседней клетке. Действительно, на рис. 9 А телофазная пластинка поворачивается таким образом, чтобы совместить свою ось с осью метафазной фигуры, тогда как на рис. 9 В, ось телофазной пластинки буквально выталкивается за пределы конуса влияния метафазной фигуры соседней клетки.

Сотрудниками А. Г. Гурвича были опубликованы всего две работы о проявлении действия хромосомных полей. Эти крайне интересные исследования требуют дальнейшего углуб-

ленного изучения. Понимая не бесспорность наших рассуждений, мы надеемся, что изложенные здесь гипотетические представления помогут будущим работам в этом направлении.

Мы не рассматривали в данной работе сложные, согласованные перестроения хромосом, эволюцию хроматической фигуры на протяжении прометафазы — начала метафазы. Безусловно, есть все основания полагать, что эти движения также связаны с вращательной динамикой хромосом. Однако получение целостного и непротиворечивого представления об эволюции биологического поля на протяжении митоза требует детальных и кропотливых исследований, связанных, в том числе с формированием адекватных знаний о спирали ДНК и устройстве хроматина. Завершить же этот раздел хотелось бы словами А. Г. Гурвича: «... совокупность хромосом образует систему, стремящуюся к мгновенному равновесию. Такое равновесие, однако, никогда не достигается, потому что собственные поля хромосом постоянно изменяются. Следовательно, не может быть и речи о состоянии подлинного равновесия, а только о ходе развития системы, элементы которой влияют друг на друга, и характер влияния изменяется в зависимости от состояния в каждый данный момент» [9, с. 258].

## 6. Обсуждение предложенной модели

Принципиальным в рассматриваемой модели является то, что основой биологического поля является, с одной стороны, фундаментальное физическое поле — **торсионное**, а с другой стороны, реализация этого поля в живом носит специфически биологический характер, т. к. **биологическое поле определяется торсионными полями, порождаемыми хроматином.**

Важной особенностью рассматриваемой модели является целостное представление о клетке. Клеточное (торсионное) поле есть, по сути, воплощение единого упорядочивающего принципа (инвариант) в организации живой клетки.

### *Некоторые аспекты гипотезы и следствия*

Гипотеза, обосновывающая решающую роль торсионных полей в возникновении биологического клеточного поля, предполагает наличие существенных вращательных движений в динамике хроматина. Это предположение хотя и требует экспериментального подтверждения, выглядит весьма вероятным. Больше сомнений может вызывать предположение о наличии периодических пульсаций в интерфазном ядре. Мы учитывали в этих построениях известные экспериментальные результаты и опирались в своих рассуждениях на естественные принципы организации жизненных процессов: а) наличие обязательной структурно-динамической упорядоченности — пульсации хроматина в ядре предполагаются между расположенными на периферии репликационными центрами и сосредоточенными в середине центромерными участками; б) непременная цикличность природных процессов.

Автору известно, что ядро клетки считается плотно заполненным хроматиновыми нитями, нечто похожее на то, что показано на рис. 10. Однако мы не видим в этом препятствия для пульсаций в виде бегущих суперспиральных волн, тем более что точная упорядоченность внутри нативного ядра неизвестна. Естественно, не следует понимать буквально рисунок 6 А. Имеется в виду, что взаимное расположение центромеры — репликационные центры задает принцип внутриядерной упорядоченности. Многочисленные же складки хромосом ориентированы радиально — между центром ядра и его мембраной.

Представления о наличии ионных каналов в мембране ядра также может показаться на сегодня не вполне бесспорным, но с нашей точки зрения, о наличии активного трансмембранного транспорта ионов, прежде всего — протонов, сквозь ядерную мембрану убедительно свидетельствует разница между рН кариоплазмы и цитоплазмы клетки.

Из предложенной модели биологического поля клетки можно вывести ряд следствий:

— клетки, обладающие подобным по структуре индивидуальным внешним полем могут легко образовывать определенную ткань живого организма; обладающие отличающимся индивидуальным полем при контакте с ними — границу между разными тканями (органами);

— при нарушении характера пульсации в интерфазном ядре и изменении направления движения волн суперспиралей на противоположное, «левые» — к центру ядра, «правые» — от



**Рис. 10. Частично расплетенная хромосома.**

(U. K. Laemmli, <http://www.unige.ch/sciences/biologie/bimol/PACKGENE/PAGE1.html#CONTENTS>)

Из хромосомы были удалены только гистоны. Среди хроматиновых нитей хорошо видны scaffold (леса, подмости). На вставке показана не расплетенная хромосома. Масштаб (внизу) — 2 мкм.

центра (см. рис. 6, А), может изменить свое направление вся система концентрических полей клетки; внешнее клеточное поле станет «левым»; это приведет к несовместимости *переродившейся* клетки с окружающими клетками (тканями); не исключено, что подобные процессы происходят при канцерогенезе, и опухолевые клетки имеют, таким образом, «левую» ориентацию внешнего торсионного клеточного поля;

— ткани взрослого организма, завершившего период роста, обладают, как правило, более слабым биологическим полем — клетки специализированной ткани либо не делятся вовсе, либо деления происходят редко; однако это поле более специализировано — специфичность его клеток, тканей и, соответственно, полей разных органов обусловлена тем, что в них постоянно активируется определенный набор генов, что накладывает отпечаток на характер общей динамики хроматина;

— митогенетическое излучение играет важную роль в межклеточных взаимодействиях и формировании единой информационной среды организма [3]; достаточно нескольких ультрафиолетовых квантов, чтобы клетка перешла в режим деления; по-видимому, митогенетическое излучение, обладающее торсионной компонентой, специфически дестабилизирует биологическое поле клетки, приводя его в такое неравновесное состояние, закономерным исходом которого, является клеточное деление.

#### Сопоставление предложенной модели с наблюдаемыми явлениями

Известно, что наиболее сильное *морфогенное* поле создается вокруг развивающегося зародыша, активно растущих тканей (например, у растений — развивающиеся почки, конус роста у корешков и т. д.) [1]. Действительно, в интенсивно растущих тканях клеточные деления происходят с высокой частотой. Перед клеточным делением в S-периоде интерфазы осуществляется удвоение хромосом в процессе репликации и, в соответствии с нашей моделью, происходит увеличение интенсивности клеточного поля (см. раздел 4). Известно, что «...спиновые поляризионные состояния являются метастабильными» «...в результате чего возникают торсионные фантомы» [4, с. 14-15]. Это говорит о том, что усиленное биологическое поле эмбриона, активно растущей ткани, создает в окружающем пространстве динамический информационный «каркас», который обуславливает его развитие. Так биологическое поле контролирует морфогенез.

Биологическое поле взрослого организма обеспечивает его целостность, взаимосвязь процессов, информационно поддерживает регенерацию тканей и органов. Именно благодаря биологическому полю организм «знает», какой и в каком объеме должна быть восстанавливаемая ткань, каким должен быть регенерируемый орган.

Клетка, организационной основой которой является многослойная система концентрических и самосогласованных торсионных полей, должна обладать существенной устойчивостью по отношению к различным внешним полевым воздействиям, что можно наблюдать в действительности.

Представленная простейшая торсионная модель клетки позволяет объяснить известное отрицательное воздействие «левых» торсионных полей на живые системы. В частности, изменение проницаемости клеточных мембран [5, с. 56], снижение поглощения кислорода изолированными митохондриями и т. д. под влиянием «левых» торсионных полей окружающей среды.

Это может происходить, прежде всего, вследствие дезориентирующего влияния внешних «левых» торсионных полей на «правые» торсионные поля ионных каналов мембраны. Что, в конечном счете, приводит к нарушению процессов жизнедеятельности клетки.

**Л и т е р а т у р а :**

1. Гурвич А. Г. Теория биологического поля. — М.: Советская наука, 1944.
2. Гурвич А. Г. Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей. — М.: Наука, 1991.
3. Гурвич А. Г., Гурвич Л. Д. Введение в учение о митогенезе. — М.: Изд. Акад. мед. наук СССР, 1948.
4. Шипов Г. И. Теория физического вакуума. — М.: НТ-центр, 1993.
5. Акимов А. Е., Финогеев В. П. Экспериментальные проявления торсионных полей и торсионные технологии. — М.: НТЦ «Информтехника», 1996.
6. Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия. — М.: Просвещение, 1987.
7. Adachi Y, Laemmli U. K. Study of the cell cycle-dependent assembly of the DNA pre-replication centres in *Xenopus* egg extracts. *EMBO J.*, 1994 Sep. 1; 13 (17) : 4153-64
8. Saitoh Y, Laemmli U. K. Metaphase chromosome structure: bands arise from a differential folding path of the highly AT-rich scaffold. *Cell*, 1994 Feb 25; 76 (4) : 609-22
9. Гурвич А. Г. Избранные труды (Теоретические и экспериментальные исследования). — М., «Медицина», 1977.
10. Пухальская Е. Ч. Морфологические изменения митотических фигур в результате их взаимодействия. // Сборник работ по митогенезу и теории биологического поля. — М., 1947. — С. 162–173.
11. Гавриш О. Г. Физическая природа биологического поля. Торсионная модель клетки. /В кн.: Павленко А. Р. Защита населения от негативного влияния геопатогенных зон, мониторов персональных компьютеров, телевизоров, другой электронной техники. — Киев: Наукова думка, 1998. — С. 64–79.
12. Гавриш О. Г. Физическая природа биологического поля. Торсионная модель клетки. (Гипотеза). /В кн.: Павленко А. Р. Компьютер TV и здоровье. — Киев: Основа, 1998. — С. 139–144.
13. Гавриш О. Г. О физической природе биологического поля. // Сознание и физическая реальность. — 1999. — Т. 4, №2. — С. 51–5.
14. Havrysh O. H. About physical nature of the biological field. Conference on physics of biological systems. Kyiv, 6-10 September, 1998. Book of abstracts, p. 113.

*Статья поступила в редакцию 13.11.2002 г.*

*Havrysh O. H.*

**On the physical nature of the biological field:  
the torsion model of a live cell**

On the base of the theory of the physical vacuum it is proposed the torsion model of the functioning of a live cell.

*Key words:* live cell, biological field, physical vacuum, torsion model, DNA.

*Об авторе:*

**ГАВРИШ Олег Геннадиевич**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины.