

## Свободные радикалы. Определение, номенклатура, классификация

### Что такое свободные радикалы?

Хорошо известно, что в органических молекулах (включая те, из которых состоит наш организм) электроны на внешней электронной оболочке располагаются парами: одна пара на каждой орбитали (рис. 1). Свободные радикалы отличаются от обычных молекул тем, что у них на внешней электронной оболочке имеется неспаренный (одиночный) электрон (рис. 2 и 3).

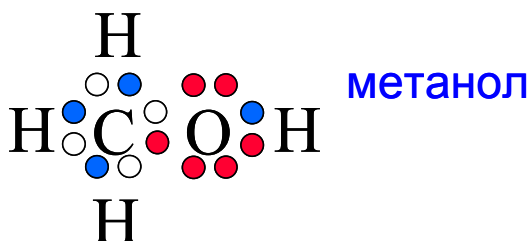
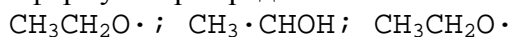


Рисунок 1. Электронная структура молекулы метанола



Рисунок 2. Электронная структура радикала метанола

Неспаренный электрон в радикалах принято обозначать точкой. Например, радикал гидроксила обозначают как  $\text{HO}\cdot$ , радикал перекиси водорода как  $\text{HOO}\cdot$ , радикал супероксида как  $\cdot\text{OO}\cdot$  или  $\text{O}_2\cdot^-$ . Ниже даны формулы трех радикалов этилового спирта:



Формулы некоторых биологически важных радикалов и молекул даны на рис. 3.

Итак:

**Свободным радикалом называется частица — атом или молекула, имеющая на внешней оболочке один или несколько неспаренных электронов.**

Это делает радикалы химически активными, поскольку радикал стремится либо вернуть себе недостающий электрон, отняв его от окружающих молекул, либо избавиться от «лишнего» электрона, отдавая его другим молекулам.

В особом положении оказалась молекула кислорода (диоксигена), которая содержит на внешней оболочке целых два неспаренных электрона. Таким образом, диоксиген — это бирадикал и, подобно другим радикалам, обладает высокой реакционной способностью.

Важно подчеркнуть, что неспаренные электроны должны находиться на внешней оболочке атома или молекулы. В понятие свободного радикала не включаются ионы металлов переменной валентности, неспаренные электроны в которых находятся на внутренних оболочках. Поскольку и радикалы и ионы таких металлов как железо, медь или марганец (так же как комплексы этих металлов) дают сигналы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), эти частицы в

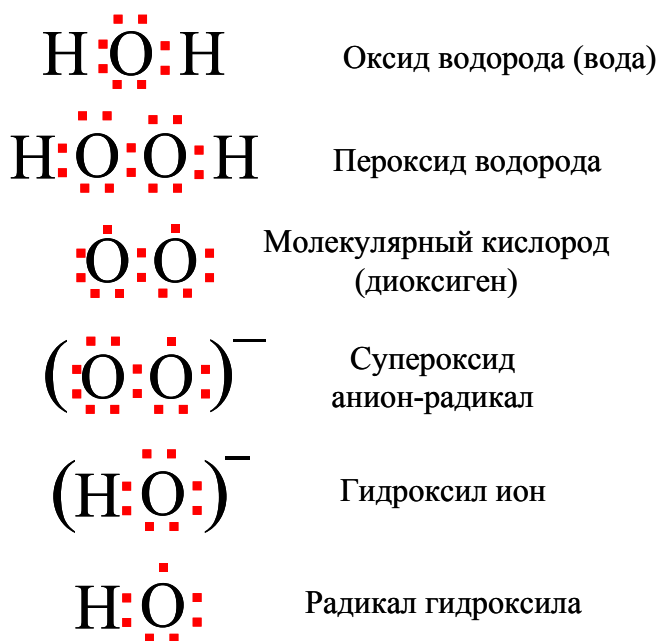
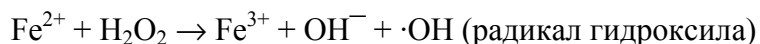


Рисунок 3. Электронная структура некоторых молекул и радикалов

совокупности часто называют парамагнитными центрами.

Образование радикалов из устойчивых молекул обусловлено, таким образом, появлением на свободной, валентной орбитали нового электрона или наоборот — удалением одного электрона из электронной пары. Эти процессы обычно происходят в результате реакций одноэлектронного окисления или восстановления. В таких реакциях обычно участвует, наряду с молекулой, из которой радикал образуется, ион металла переменной валентности, который как раз и служит донором или акцептором одного электрона (а не двух сразу, как это бывает в реакциях между двумя органическими молекулами или между органической молекулой и кислородом). Типичный пример реакции, в которой образуется радикал — это реакция Фентон: взаимодействие пероксида водорода с ионом двухвалентного железа:

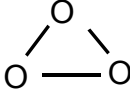


При высоких температурах или под действием ультрафиолетового излучения радикалы могут образовываться также в результате разрыва химической связи (гомолитическое расщепление). В обычных условиях такие реакции в нормальных живых клетках практически не имеют места.

### Номенклатура радикалов

Относительно недавно Комиссия по Номенклатуре Неорганической химии сформулировала основные правила номенклатуры радикалов (см. {Корренол, 1990 #7})[382] (табл. 1). Остановимся на некоторых из этих рекомендаций. Прежде всего нет необходимости писать "свободный" перед словом радикал [533]. О радикальной природе рассматриваемой частицы говорит окончание "ил". Так радикалы RO· и HO· имеют наименование, соответственно "алкоксил" и "гидроксил".

Таблица 1. Названия некоторых радикалов и молекул согласно рекомендациям Комиссии по Номенклатуре Неорганической Химии (1990)

Формула	Структурная формула	Название радикала
O· <sup>-</sup>	·O <sup>-</sup>	Оксид (1-), [оксид]
O <sub>2</sub>	·OO·	[Диоксиген]
O <sub>2</sub> · <sup>-</sup>	·OO <sup>-</sup>	Диоксид (1-), супероксид, [диоксид]
O <sub>3</sub>		Триоксиген, [озон]
°O <sub>3</sub> · <sup>-</sup>	·OOO <sup>-</sup>	Триоксид (1-), озонид
HO·	HO· или ·OH	[Гидроксил]
HO <sub>2</sub> ·	HOO·	Гидродидоксид, [гидродидоксил]
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	HOOH	[Перекись водорода]
RO·	RO·	[Алкоксил]
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O·	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> O·	[Этоксил]
RO <sub>2</sub> ·	ROO·	[Алкилдиоксил]
RO <sub>2</sub> H	ROOH	[Алкилгидропероксид]

Существенно новым можно считать рекомендацию не злоупотреблять производными от "пероксид" и "гидропероксид". Группа из двух связанных между собой атомов кислорода называется "диоксид". В соответствии с этим радикал  $ROO\cdot$  рекомендуется называть "алкилдиоксидом" {Корренол, 1990 #7}. Допускается сохранение и альтернативного названия "алкилпероксил", но это хуже {Корренол, 1990 #7}. Молекулярный кислород называется "диоксигеном", а озон – "триоксигеном".

Наименование с окончанием "ил" весьма удобно, но ничего не говорит о том, каков заряд частицы. Поэтому в необходимых случаях рекомендуется использовать систематическое название радикала, где после названия группы дается в скобках заряд. Например радикал  $O_2\cdot^-$  имеет наименование "диоксид ( $\Gamma^-$ )". В этой работе мы будем использовать более краткое название "диоксид".

При написании формул радикалов в суперскрипте сначала ставится точка, указывающая на наличие неспаренного электрона у данного атома, а затем знак заряда иона. Например " $O_2\cdot^-$ ". В структурных формулах точка должна стоять именно у того атома, где локализован неспаренный электрон. Например, чтобы подчеркнуть, что диоксиген имеет два неспаренных электрона, можно написать его формулу таким образом " $O_2\cdot$ ". В [таблице 1](#) приведен список рекомендуемых названий радикалов; в квадратных скобках даны названия, которые будут преимущественно использованы в данной книге.

## Радикалы, встречающиеся в нашем организме

### Первичные радикалы и реактивные молекулы

Все радикалы, образующиеся в нашем организме, можно разделить на природные и чужеродные. В свою очередь природные радикалы можно разделить на первичные, вторичные и третичные {Владимиров, 1998 #8}.

(См. схему на [рис. 4](#)).



Рисунок 4. Классификация свободных радикалов, образующихся в нашем организме

**Первичными** можно назвать радикалы, образование которых осуществляется при участии определенных **ферментных систем**. Прежде всего к ним относятся радикалы (семихиноны), образующиеся в реакциях таких переносчиков электронов, как коэнзим Q (обозначим радикал как Q·) и флавопротеины. Два других радикала – супероксид ( $\cdot\text{OO}^-$ ) и монооксид азота ( $\cdot\text{NO}$ ) также выполняют полезные для организма функции, которые будут подробнее рассмотрены в соответствующих разделах (см. таблицу 2).

Таблица 2. Первичные радикалы, образующиеся в нашем организме

Название	Структура	Образуется	Биологическая роль
Супероксид	$\cdot\text{OO}^-$	НАДФН-оксидаза	Антимикробная защита
Нитроксид	$\cdot\text{NO}$	NO-синтаза	Фактор расслабления сосудов
Убихинол	·Q	Дыхательная цепь митохондрий	Переносчик электронов

Из первичного радикала – супероксида, а также в результате других реакций, в организме образуются весьма активные молекулярные соединения: перекись водорода, гипохлорит и гидроперекиси липидов (см. таблицу 3).

Таблица 3. Молекулы, образующие свободные радикалы

Название	Структура	Образуется	Биологическая роль
Перекись водорода	HOON	Супероксиддисмутаза, оксидазы	Субстрат миелопероксидазы
Гидроперекиси липидов	LOON	Цикло-оксигеназа	Фактор расслабления сосудов
Гипохлорит	HOCl		

Такие молекулы, наряду с радикалами, получили в англоязычной литературе название "reactive species", что в русской литературе чаще всего переводится как "активные формы". Чтобы провести водораздел между радикалами и молекулярными продуктами, мы предлагаем называть последние "реактивными молекулами". Таким образом, предлагается такая терминология:

*Активные формы = свободные радикалы + реактивные молекулы*

Halliwell предлагает термины активные формы кислорода, азота и хлора {Halliwell, 1998 #9}. Как видно из схемы на рис. 6, к **активным формам кислорода** относятся супероксид, радикал гидроксила, перекись водорода и синглетный кислород. Окись азота и результат ее взаимодействия с супероксидом – пероксинитрит предлагается называть **активными формами азота**. **Активной формой хлора** можно назвать гипохлорит, образуемый в реакции перекиси водорода с ионом хлорида, которую катализирует фермент миелопероксидаза.

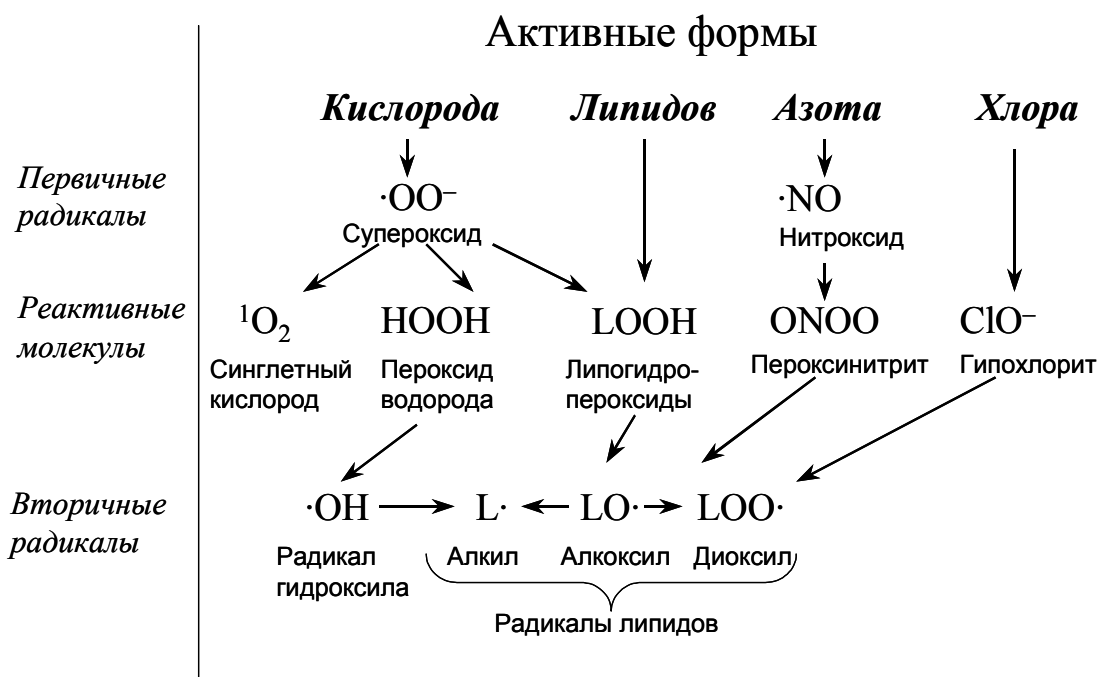


Рисунок 5. Активные формы (Reactive species) кислорода, азота и хлора

В складывающейся в настоящее время терминологии нужно найти место радикалам и гидроперекисям полиненасыщенных жирных кислот, которые образуются в очень важной реакции цепного окисления липидов. С химической точки зрения – это неоднородная группа. При отрыве атома водорода от молекулы полиненасыщенной жирной кислоты образуется алкильный радикал, в котором неспаренный электрон локализован у углеродного атома. Это как бы "активная форма углерода". Но при дальнейшем взаимодействии алкильного радикала с диоксигеном (молекулярным кислородом) образуется диоксид-радикал с локализацией неспаренного электрона на атоме кислорода. По структуре, и отчасти по свойствам, такой радикал напоминает супероксид, и его можно отнести к активным формам кислорода, что и делают некоторые авторы. Образующиеся при перекисном окислении липидов гидроперекиси ненасыщенных жирных кислот также можно отнести к этой категории активных форм, по аналогии с пероксидом водорода. В эту же категорию попадают тогда и алкоксильные радикалы липидов, образующиеся при одноэлектронном восстановлении гидроперекисей, например, ионами  $\text{Fe}^{2+}$ ; по сути, это гомологи гидроксильного радикала.

Несмотря на все сказанное, мы предлагаем объединить все перечисленные продукты (и реагенты) цепного окисления липидов одним термином: **активные формы липидов**. Для биолога и врача все же важнее, не у какого именно атома локализован непарный электрон, а какая молекула при этом становится химически агрессивной, т. е. приобретает черты свободного радикала или его реактивного предшественника. Итак, к активным формам липидов мы отнесем алкильные, алкоксильные и диоксид-радикалы, а также гидроперекиси полиненасыщенных жирных кислот и соответствующих цепей фосфолипидов, триглицеридов или холестерина (см. [рис. 6](#)).

### **Вторичные и третичные радикалы**

Реактивные молекулы: перекись водорода, гидроперекиси липидов, пероксинитрит, – образуются в реакциях, одним из участников которых в большинстве случаев является радикал, а иногда – диоксиген, который, впрочем, тоже имеет неспаренные электроны на внешней электронной оболочке. В свою очередь, эти молекулы, а наряду с ними – гипохлорит, охотно образуют радикалы в присутствии ионов металлов переменной валентности, в первую очередь – ионов двухвалентного железа. Такие радикалы мы будем называть **вторичными**; сюда относятся радикал гидроксила и радикалы липидов.

Вторичные радикалы, в отличие от первичных, образуются в неферментативных реакциях и, насколько известно в настоящее время, не выполняют физиологически-полезных функций. (См. Табл. 4). Напротив, они обладают разрушительным действием на клеточные структуры и с полным основанием могут быть названы **вредными** радикалами. Именно образование вторичных радикалов (а не радикалов вообще) приводит к развитию патологических состояний и лежит в основе канцерогенеза, атеросклероза, хронических воспалений и нервных дегенеративных болезней (см. обзоры {Cross, 1987 #4} {Cross, 1994 #5} {Darley-Usmar, 1995 #10} {Darley-Usmar, 1996 #11}). Впрочем, реактивные молекулы также обладают цитотоксическим действием, причем не только благодаря образованию из них свободных радикалов, но и непосредственно, как это доказано для пероксинитрита и гипохлорита, а в некоторых ситуациях – и для перекиси водорода.

Таблица 4. Вторичные радикалы

Название	Структура	Образуется в реакции
Радикал гидроксила	$\cdot\text{OH}$	$\text{Fe}^{2+} + \text{HOON} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^- + \cdot\text{OH}$ $\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^- + \cdot\text{OH}$
Липидные радикалы	$\text{LO}\cdot$	$\text{Fe}^{2+} + \text{LOON} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^- + \text{LO}\cdot$
	$\text{L}\cdot$	$\text{LO}\cdot + \text{LH} \rightarrow \text{LH} + \text{L}\cdot$
	$\text{LOO}\cdot$	$\text{L}\cdot + \text{O}_2 \rightarrow \text{LOO}\cdot$

Для защиты от повреждающего действия вторичных радикалов в организме используется большая группа веществ, называемых антиоксидантами, к числу которых принадлежат *ловушки*, или *перехватчики* свободных радикалов. Примером последних служат альфа-токоферол, тироксин, восстановленный убихинон (QH<sub>2</sub>) и женские стероидные гормоны. Реагируя с липидными радикалами, эти вещества сами превращаются в радикалы антиоксидантов, которые можно рассматривать как **третичные радикалы** (см. [рис. 3](#)).

Наряду с этими радикалами, постоянно образующимися в том или ином количестве в клетках и тканях нашего организма, разрушительное действие могут оказывать радикалы, появляющиеся при таких воздействиях, как ионизирующее излучение, ультрафиолетовое облучение или даже освещение интенсивным видимым светом, например, светом лазера. Такие радикалы можно назвать **чужеродными**. К ним принадлежат также радикалы, образующиеся из попавших в организм посторонних соединений, ксенобиотиков, многие из которых оказывают токсическое действие именно благодаря свободным радикалам, образующимся при метаболизме этих соединений ([рис. 4](#)).

### Как изучают свободные радикалы и реакции, в которых они участвуют?

#### Основные методы изучения реакций с участием радикалов

Об участии свободных радикалов в том или ином процессе, будь то химическая реакция в пробирке или развитие патологического состояния в организме, можно судить, используя прямые и непрямые методы ([1], стр. 19-32). "Самый прямой" метод изучения свободных радикалов — метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). По наличию, амплитуде и форме сигналов (спектров) ЭПР можно судить о существовании непарных электронов в образце, определять их концентрацию, а иногда и выяснить, какова химическая структура радикалов, которые эти непарные электроны содержат. К прямым методам изучения радикалов можно отнести также метод хемилюминесценции (ХЛ). При взаимодействии радикалов друг с другом выделяется много энергии, которая в некоторых случаях испускается в виде фотонов (квантов света). Интенсивность такого свечения (ХЛ) пропорциональна скорости реакции, в которой участвуют радикалы и, следовательно — их концентрации.

Главными непрямыми методами изучения реакций, в которых участвуют радикалы, служат определение концентрации конечных продуктов реакции, а также применение ингибиторов. Остановимся подробнее на этих методах.

## Ингибиторный анализ

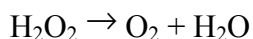
Радикалы обладают высокой реакционной способностью и изучать их обычными химическими методами невозможно: стандартные процедуры вроде хроматографии или центрифугирования совершенно бесполезны. Биохимические анализы позволяют, правда, определять *конечные продукты* реакций, в которых предполагается участие радикалов, но всегда остается вопрос, а действительно ли радикалы участвовали в процессе и какие именно. Важную роль при решении таких вопросов играет так называемый *ингибиторный анализ*.

Классическим примером может служить применение фермента супероксиддисмутазы (СОД). Этот фермент катализирует реакцию взаимодействия (дисмутации) двух супероксидных радикалов с образованием перекиси водорода и молекулярного кислорода. Если добавление СОД тормозит изучаемый процесс, значит, для его протекания необходим супероксид-радикал и остается выяснить, в какой именно реакции этот радикал участвует.

Можно сказать без приувеличения, что современные успехи в изучении роли свободных радикалов в жизни и смерти наших клеток, органов и тканей во многом обязаны именно открытию фермента супероксиддисмутазы (СОД), которое сделали И. Фридович и Мак-Корд около четверти века тому назад. Этот фермент, как уже говорилось, катализирует реакцию:



В присутствии другого фермента, каталазы, перекись водорода разлагается с образованием кислорода и воды:



Открытие СОД совершило переворот в умах биохимиков: раз есть фермент, удаляющий свободные радикалы, специально вырабатываемый живыми клетками (и, как выяснилось, чрезвычайно широко распространенный в живой природе), то ясно, что и сами радикалы существуют в природе и почему-то их надо обязательно удалять. До этого мало кто из биохимиков осознавал, что в метаболизме живых организмов участвуют не только "настоящие" молекулы, но и свободные радикалы. Затем СОД и каталаза стали широко использоваться во всех исследованиях, где изучают роль супероксида и перекиси водорода в том или ином процессе, будь то индивидуальная биохимическая реакция или развитие болезни у лабораторных животных или человека. Если, например, добавление СОД резко тормозит изучаемый процесс, значит, для его протекания необходим супероксид-радикал и теперь предстоит лишь выяснить, в какой именно химической реакции этот радикал участвует. Если же процесс тормозится каталазой, значит, в нем участвует перекись водорода, разлагаемая этим ферментом.

Таков же принцип применения других ингибиторов. Так для выяснения роли липидных радикалов используют жирорастворимые "ловушки" радикалов, к числу которых относятся каротиноиды и токоферолы (витамин Е). Эти вещества, реагируя с радикалами L· или LOO·, обрывают цепи окисления и ингибируют перекисидацию липидов. Таким же свойством обладают стероидные гормоны и тироксин. Антиоксидантное действие этих веществ проявляется и в их влиянии на кинетику хемилюминесценции. Широко применяется также синтетическая "ловушка" радикалов, ди-*трет*-бутилгидрокситолуол (ионол).

Другие ловушки радикалов не так специфичны, но тоже иногда используются. Так, водорастворимые радикалы эффективно "перехватываются" аскорбиновой или мочевиной кислотой. Для "улавливания" гидроксил-радикалов (HO·) используют маннитол или бензойную кислоту, а иногда — этанол. Для выяснения участия в каком-нибудь процессе реакций цепного окисления липидов (см. ниже) используют жирорастворимые "ловушки" липидных радикалов, которые ведут цепи окисления. К числу таких ловушек относятся токоферол (витамин Е) и некоторые синтетические соединения, например трет-бутилгидрокситолуол (ионол). Водорастворимые радикалы эффективно "перехватываются" аскорбиновой или мочевиной кислотой. Для "улавливания" радикалов гидроксила (HO·) используют маннитол или бензойную кислоту, а иногда — этанол. Надо однако сказать, что

далеко не всегда ловушки специфичны: многие из них реагируют не только с радикалами, но и с достаточно активными молекулами.

### Метод электронного парамагнитного резонанса

Хотя польза исследований, основанных на изучении молекулярных продуктов свободнорадикальных реакций и ингибиторного анализа, сомнений не вызывает, не следует пренебрегать возможностью прямого обнаружения свободнорадикальных реакций и непосредственного изучения изменения их концентрации в ходе исследуемого процесса. На сегодняшний день существует два *прямых* метода обнаружения радикалов: электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) и хемилюминесценция (ХЛ).

Методом ЭПР удается довольно уверенно изучать радикалы семихинонов, в частности, радикалы убихинола и токоферола (см. спектры на [рис. 6](#)). Радикалы активных форм кислорода и липидов непосредственно наблюдать обычно не удается.

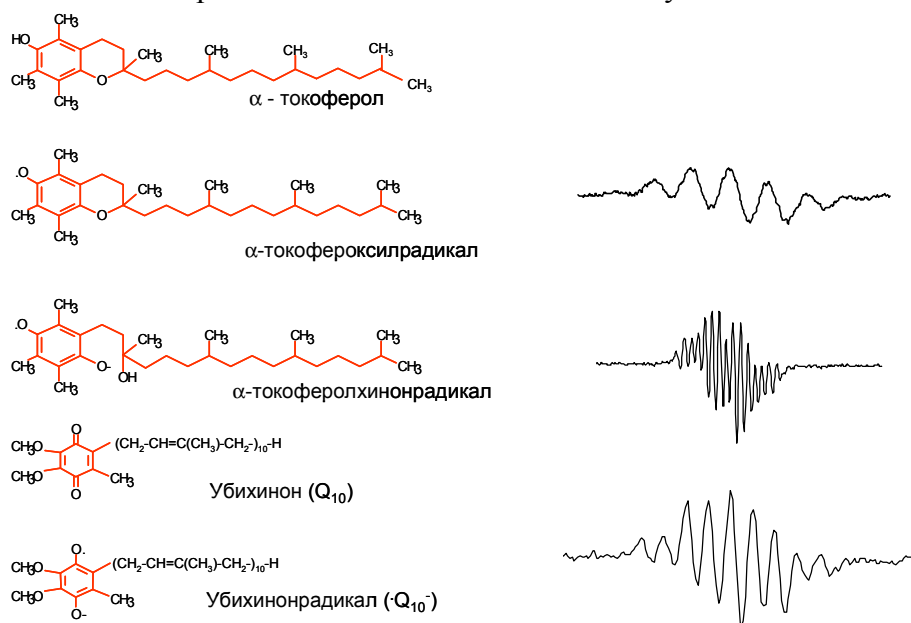


Рисунок 6. Сигналы ЭПР некоторых радикалов, образующихся в живых клетках.

Лишь используя метод быстрого смешивания двух растворов при их непрерывном протоке (см. [рис. 7](#)), удалось наблюдать сигналы ЭПР липидных радикалов, образующихся при разложении гидроперекисей линолевой кислоты ионами  $\text{Ce}^{4+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ , правда, довольно слабые, несмотря на огромные расходы реактивов {Осипов, 1980 #594}.

### Измерение радикалов в проточной кювете

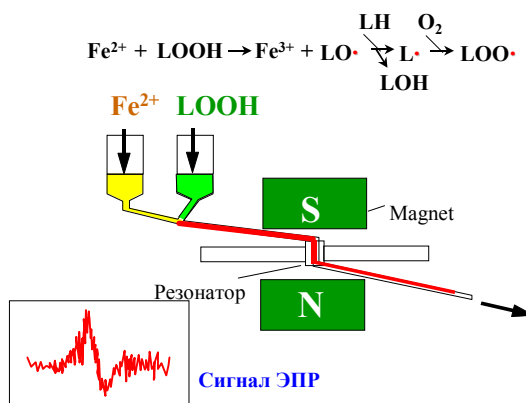


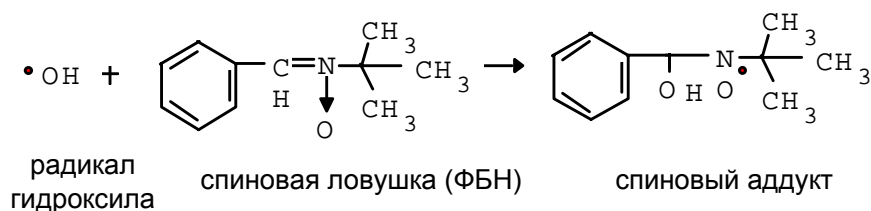
Рисунок 7. Измерение радикалов в проточной кювете



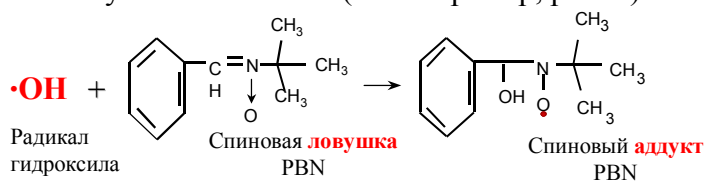
Попытки непосредственно обнаружить методом ЭПР радикалы кислорода или липидов в биологических системах оказались неудачными, поскольку стационарные концентрации большинства радикалов, таких как радикалы кислорода или липидов, в биологических системах слишком малы. Успех пришел, однако, после разработки метода спиновых ловушек.

### Спиновые ловушки

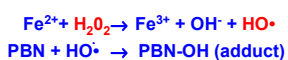
При всех достоинствах метода ЭПР, его чувствительности оказывается зачастую недостаточной для обнаружения свободных радикалов, которые между тем не только образуются в исследуемом образце, но и участвуют в важных процессах, в нем протекающих. Вся беда в высокой химической активности радикалов. В биологических системах скорости образования радикалов кислорода или липидных радикалов в мембранах не так уж велики, зато очень велики скорости исчезновения этих радикалов; поэтому концентрация радикалов в каждый данный момент времени (так называемая стационарная концентрация) зачастую так мала, что их невозможно обнаружить методом ЭПР. Чем активнее радикал, тем ниже его стационарная концентрация и тем меньше шансов "увидеть" его методом ЭПР. Выход из положения заключается в том, что активные радикалы переводятся в неактивные, стабильные, которые регистрируются с помощью ЭПР. С этой целью к изучаемому образцу (например, к суспензии клеток, гомогенату ткани или раствору, где протекают реакции с участием свободных радикалов) добавляют особые вещества, называемые *спиновыми ловушками* (хотя "ловят" они, конечно не спины, а радикалы). Например, для "улавливания" гидроксил-радикалов HO· используют фенилбутилнитрон (ФБН).



При взаимодействии ловушки с радикалом происходит присоединение радикала к ловушке с образованием нового, стабильного радикала, получившего название "спинового аддукта" (от английского слова add – добавлять, складывать). Сигналы ЭПР спиновых аддуктов разных радикалов слегка различаются по форме. Это позволяет идентифицировать радикалы, образующиеся в изучаемой системе (см. например, рис. 9)..



#### Реакция Фентона



#### Реакция Осипова

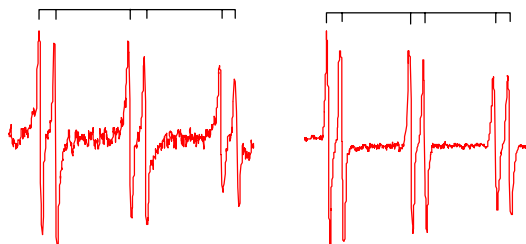
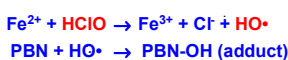


Рисунок 8. Сигналы спиновых аддуктов, образующихся при захвате HO· радикала ловушкой ФБН

На [рисунке 8](#) слева приведен сигнал ЭПР спинового аддукта ФБН с ОН-радикалом, образовавшемся при разложении ионами двухвалентного железа перекиси водорода. Справа показан сигнал ЭПР того же аддукта, образующегося в присутствии ФБН при взаимодействии гипохлорита с ионами двухвалентного железа.

Для улавливания других радикалов (скажем, супероксида) используют другие ловушки.

Поскольку спиновая ловушка "перехватывает" свободные радикалы, она тормозит (ингибирует) тот процесс, который этими радикалами вызывается, например, уменьшает повреждение живых клеток радикалами  $\cdot\text{OH}$ . Таким образом, спиновые ловушки используются в двух целях: чтобы выяснить, какие радикалы образуются и какие процессы в клетке они вызывают.

### ***Метод хемилюминесценции***

К эффективным методам изучения реакций, идущих с участием радикалов, можно отнести метод хемилюминесценции (ХЛ). В основе его лежит то обстоятельство, что при взаимодействии радикалов друг с другом выделяется много энергии, которая может испускаться в виде фотонов (квантов света). Интенсивность такого свечения (ХЛ) пропорциональна скорости реакции, в которой участвуют радикалы и, следовательно, показывает изменение их концентрации в ходе изучаемого процесса. Подробнее об этом будет сказано в лекции «Собственная хемилюминесценция («сверхслабые свечения») в биологических системах».

### ***Изучение кинетики реакций***

Реакции с участием свободных радикалов, в особенности реакции цепного окисления, отличаются большой сложностью и протекают через ряд последовательных стадий. В изучении механизма цепных реакций основную роль сыграло исследование кинетики процессов; при этом измерение кинетики хемилюминесценции позволяет непосредственно видеть изменение во времени концентрации радикалов, например радикалов липидов. Параллельное измерение хемилюминесценции, окисления ионов двухвалентного железа и накопления продуктов реакции в суспензиях митохондрий и фосфолипидных везикул (липосом) позволило экспериментально определить константы скоростей основных реакций свободнорадикального цепного окисления липидов, как это будет рассмотрено несколько позже более подробно.

### **Summary**

Free radicals are molecular species, having unpaired electron on the external orbitals and possessing high chemical reactivity. Their study is performed by using EPR (spin trapping technique), chemiluminescence, and inhibitors of reactions, in which radicals of certain type are involved. Main radicals, produced in our body are oxygen radicals (superoxide and hydroxyl radicals), nitrogen monoxide, radicals of unsaturated fatty acids, semiquinones formed in oxidative-reduction reactions (e. g. ubiquinol). Different radicals are also formed under action of ultraviolet rays and in the course of the metabolism of some unnatural compounds (xenobiotics), including some substances, formerly used as medicines.