

Научный совет по радиобиологии  
МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ АКАДЕМОВ НАУК  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ РАДИОЭКОЛОГИИ

**VI СЪЕЗД  
ПО РАДИАЦИОННЫМ  
ИССЛЕДОВАНИЯМ**  
(радиобиология, радиэкология,  
радиационная безопасность)

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**ТОМ II**  
(секции VIII-XIV)

Москва  
25-28 октября 2010 года

*Г. Смирнова*  
*Губва*

ОРГАНИЗАЦИЯ-СПОНСОР  
Российский фонд фундаментальных исследований

ОРГАНИЗАТОРЫ СЪЕЗДА:

Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН,  
Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина  
и Ю.А. Овчинникова РАН,  
Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН,  
Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,  
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН,  
Федеральный медико-биофизический центр  
им. А.Н. Бурназяна ФМБА,  
Медицинский радиологический  
научный центр Минздравсоцразвития РФ,  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии Россельхозакадемии

Р 15 VI Съезд по радиационным исследованиям (радиобиология,  
радиозэкология, радиационная безопасность): Тезисы докладов.  
Том II (секции VIII–XIV). Москва, 25–28 октября 2010 г. –  
М.: РУДН, 2010. – 214 с.

В сборнике представлены тезисы докладов на VI Съезде по радиационным исследованиям, в программу которого включены различные аспекты действия ионизирующей и неионизирующей радиации на живые организмы, проблемы радиозэкологии и радиационной безопасности человека и окружающей среды. Съезд приурочен к 25-летию аварии на Чернобыльской АЭС. В ряде докладов подведены итоги 25-летнего изучения последствий аварии, сформулированы прогнозы и основные направления развития дальнейших исследований.

Тезисы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-209-03885-6

ББК 20.18

© Коллектив авторов, 2010

© Российский университет дружбы народов, Издательство, 2010

РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И  
РЫБ – ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ  
Белова Н.В.

МГУ М.В.Ломоносова, Москва, Россия, [bel\\_emel@rambler.ru](mailto:bel_emel@rambler.ru)

В результате 20-летних исследований состояния репродуктивной системы рыб из водоёмов разного типа, загрязнённых радионуклидами в результате Чернобыльской аварии, выявлен широкий спектр морфофункциональных аномалий этой системы. Наиболее значительными у рыб обоих полов являлись: асимметрия и аномальная морфология гонад; стерилизация; массовая деструкция половых клеток разных стадий развития; гермафродитизм; появление в гонадах новообразований. Большинство аномалий нельзя признать специфичными для интенсивного радиационного фактора, так как сходные нарушения отмечаются у рыб и при воздействии высоких концентраций токсических веществ разной химической природы. Степень и частота встречаемости аномалий репродуктивной системы в целом положительно связаны с уровнями загрязнения водоёмов и удельной активностью радионуклидов в теле рыб. Радиационное воздействие большой интенсивности (наиболее загрязнённые водоёмы) привело к возникновению высокой степени повреждения репродуктивной системы рыб, однако, ни в одном из водоёмов (суммарные дозы облучения отдельных видов в 1986-1988 гг. 8-11 Гр) не отмечено исчезновения популяций. Только у щуки и леща прослежено сокращение их численности.

Выявлена видовая специфичность в реакции репродуктивной системы рыб на радиационное воздействие сходной интенсивности. Различия в резистентности определяются: экологическими; физиолого-биохимическими; морфофункциональными; половыми и генетическими особенностями видов. По устойчивости этой системы к радиационным нагрузкам виды рыб располагаются в следующем порядке: щука < лещ < красноперка < золотой карась < серебряный карась (диплоидный) < белый и пестрый толстолобик < плотва < густера < серебряный карась (триплоидный) < линь < окунь.

Оценка морфофизиологических аномалий репродуктивной системы в ряду поколений у целого ряда видов рыб показала наличие большего их числа у второго – пятого поставарийных поколений. Аномалии репродуктивной системы в этих поколениях у рыб из относительно чистых водоёмов обусловлены явлением «продленного» мутагенеза (Дубинин, 1986).

Показано развитие исследований популяций мышевидных грызунов, обитающих в районе с повышенным уровнем естественной радиоактивности в Республике Коми, начатые в 1960-е годы под руководством В.И. Маслова. В 1970-2010-е годы его учениками и коллегами (И.Н. Верховской, К.И. Масловой, Л.Д. Материй, А.И. Таскаевым, Б.В. Тестовым, П.А. Бородкиным, А.Т. Алиевым, О.В. Ермаковой, Л.А. Башлыковой, Н.Г. Загорской, Шевченко О.Г. и др.) были продолжены работы с использованием новых методов. Многолетние исследования состояния популяций полевки-экономки на радиоактивных участках показали высокий эффект действия малых доз ионизирующей радиации, выявленный на клеточном, организменном, мембранном уровнях и чувствительность этого вида к радиоактивному загрязнению среды. Установлены основные закономерности и особенности ответных реакций мышевидных грызунов в зависимости от эколого-физиологического состояния животных, степени и природы радиоактивного загрязнения территорий, времени действия радиационного фактора. Выявлены качественные различия субпопуляций полевок-экономок, обитающих на контрольных и радиоактивных участках. Обнаружены изменения численности животных в разные фазы популяционного цикла, нарушения синхронности фаз цикла, увеличение вариабельности половозрастной структуры популяций, усиление микроэволюционных процессов, стимуляция процессов фолликулогенеза в щитовидной железе, перестройки в системе кроветворения, липидной компоненте мембран эритроцитов крови, печени, головного мозга. Показано, что дополнительное хроническое низкоинтенсивное облучение полевок и их потомства, обитающих на радиоактивном участке, оказывает влияние на отдельные показатели процессов ПОЛ в различных тканях животных, степень и направленность которых зависят от исходного антиоксидантного статуса. Установлено, что одним из путей адаптивных реакций к радиоактивному загрязнению в среде обитания животных являются изменения масштаба и направленности между тесно скоординированными в норме параметрами ПОЛ и эндокринной системы и переход их на новый уровень функционирования, направленный на выживание популяций и поддержание клеточного гомеостаза в изменившихся радиоэкологических условиях.

Разработанные нами модели и теория радиоемкости экосистем, позволили ввести адекватный параметр – фактор радиоемкости, для определения состояния биоты экосистемы. Радиоемкость – определяется как предел радионуклидного загрязнения биоты экосистемы при превышении, которого могут наблюдаться угнетение и/или подавление роста биоты. Экспериментальными и теоретическими исследованиями установлено, что чем выше параметр радиоемкости биоты в экосистеме, тем выше уровень благополучия и надежности биоты в данной экосистеме. В частности, в исследованиях с растительными экосистемами, показано, что способность биоты накапливать и удерживать радионуклидный трассер  $^{137}\text{Cs}$ , аналог элемента минерального питания растений –К, отображает устойчивость и надежность биоты данной экосистемы. Установлено, что снижение показателя радиоемкости биоты в растительной экосистеме, при воздействии химических поллютантов и при гамма-облучении растений, четко отображает снижение благополучия и надежности биоты.

Используя эти параметры надежности элементов экосистемы, и зная структуру конкретной экосистемы, мы получаем возможность адекватно оценивать надежность всей экосистемы, через ее способность обеспечивать распределение и перераспределение трассера, что отображает ее устойчивое состояние.

На основе этого нового подхода к оценке надежности экосистем нам проведен расчет надежности на примере конкретных типов экосистем (склоновые и горные экосистемы, например). Показано, что локальные (поле) и линейные (склоновые и горные экосистемы), в силу последовательного типа их организации, обладают невысокой устойчивостью и надежностью, в плане способности обеспечивать миграцию поллютантов по данным экосистемам.

Нами показана возможность использования аналитической ГИС технологии для оценки и моделирования динамики распределения и перераспределения поллютантов- $^{137}\text{Cs}$  в реальных ландшафтах и тем самым оценивать их параметры надежности и отображать их в картах ландшафтов территорий.

Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических полигонных исследований НАН,  
Киев, Украина; Университет Южной Каролины, Коламбия, США

Чернобыльская авария привела к возникновению разнообразных сценариев облучения человека и биоты. Из-за влияния множества факторов биологической и небиологической природы самой сложной оказалась проблема оценки последствий хронического облучения с малой мощностью дозы. Отмечено широкое разнообразие эффектов, в которых прямо или косвенно проявляются не только кумуляция повреждений, но и уже существующие защитные и приспособительные механизмы, их чувствительность и потенциал, а также, возможно, процессы самоорганизации, которые могут привести к возникновению новых защитных и адаптивных механизмов. Для оценки рисков хронического облучения чрезвычайно актуальным является получение дозовых зависимостей этих реакций, а также временная структура индуцируемых событий, их характеристические времена. Проведена классификация динамических типов ответных реакций на пролонгированное облучение и оценка характеристических времен их отдельных фаз. Выделено 5 динамических типов изменения радиочувствительности по различным показателям в условиях хронического облучения:

1. Монотонное повышение радиоустойчивости, формирование адаптации;
2. Монотонное повышение радиочувствительности, сенсibilизация и истощение организма;
3. Первоначальная сенсibilизация организма с последующим повышением радиоустойчивости;
4. Первоначальное повышение радиоустойчивости, т.е. адаптация, которая переходит в истощение адаптивного потенциала организма и повышение его радиочувствительности;
5. Циклическое изменение радиочувствительности с выраженными трендами как в направлении повышения, так и в направлении снижения радиочувствительности.

Обсуждается вопрос о связи различных динамических типов изменений радиочувствительности с сложной иерархией защитных и репаративных механизмов организмов, их потенциалом и характером взаимодействий.

Теоретическая радиобиология оснащена достаточным числом моделей радиационного поражения на молекулярном уровне и на уровне клеток. Остается проблема описания радиобиологических реакций и процессов на более высоких уровнях иерархии – клетки–клеточные популяции – ткани–органы–организмы и популяции организмов. Наши исследования были проведены на относительно простом растительном организме из семейства рясковых – Спиродела многокоренная. Объект интересен в том, что в зрелом растении – щитке одновременно представлены зачатки (субпопуляции клеток) до 8 генераций (количество клеток в которых составляет от одной до тысяч клеток). Таким образом в момент облучения можно исследовать эффекты: субпопуляций разного размера, реакции всей меристематической ткани, выживаемость всего организма, а также радиобиологические реакции популяций растений (т.е. на 5 уровнях иерархической системы организма).

Результаты радиационного поражения после гамма-облучения в дозах от 1 до 10 Гр позволили получить характерные дозовые зависимости. Дозовые зависимости промоделированы на основе теории надежности. Анализ показал, что выживаемость субпопуляций клеток имеет выраженный пороговый характер, в отличие от типовой кривой выживаемости для одиночных клеток. Показано, что в субпопуляциях клеток реализуются до 10 форм инактивации клеток. Выживаемость всей меристемы и целого организма в эксперименте и в надежностной модели, представлена пологой ступенчатой дозовой зависимостью. Показано, что выживаемость популяции растений определяется скоростью размножения выжившей части популяции. \*

Установлено, что радиобиологические реакции многоуровневых иерархических систем многоклеточного организма, могут быть описаны методами и моделями надежности. Путь становления радиобиологического эффекта в иерархической системе из N-уровней, сопровождается изменением меры радиационного поражения, в соответствии с разными функциями на каждом из уровней, и как следствие изменением формы и характера дозовой зависимости выживаемости. Данные закономерности адекватно описываются методами и моделями теории надежности. Предполагается, что такой подход может быть распространен и на другие многоклеточные организмы.