

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ

№ 2  
2014

ISSN: 2072-9952

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ**

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

**Рязанцев Г.Б., Мысливец В.И., Шипилова Л.М.,  
Мнацаканян В.Г.**

Природный реактор возобновляемой энергии:  
морская биогелиоэлектростанция ..... 3

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АНАЛИЗ И ОХРАНА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Кранухин В.Б., Кулемин В.В., Лавриков В.А.,  
Кулюхин С.А., Велешко И.Е., Велешко А.Н.**

Применение спирального фильтрующего элемента  
для очистки газовых выбросов от твердых примесей ..... 10

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

**Кранивин В.Ф., Солдатов В.Ю.**

Новая информационно-моделирующая технология организации и  
проведения гидрофизических исследований ..... 15

**Расина Л.Н., Орехова Н.А., Вараксин А.Н.**

Изменение взаимосвязей между параметрами метаболического  
гомеостаза как показатель реакции на радиационное воздействие  
(на примере животных зоны восточно-уральского радиоактивного  
следа) ..... 26

### ЭКОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

**Кузнецов К.И., Зайцев А.И., Костенко И.С.,**

**Куркин А.А., Пелиновский Е.Н.**

Наблюдения волн-убийц  
в прибрежной зоне о. Сахалин ..... 33

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Нехорошев С.В., Нехорошев В.П.**

Исследование маркирующих свойств  
низкомолекулярных продуктов термоокислительной  
деструкции атактического полипропилена ..... 40

### ГЕОЭКОЛОГИЯ

**Галченко Ю.П.**

Анализ структуры экологической нагрузки  
на геосферу Земли при освоении месторождений  
на больших глубинах ..... 47

### Учредитель и издатель:

**ООО Издательство «Научтехлитиздат»**

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ  
по делам печати, телерадиовещания  
и средств массовых коммуникаций  
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-1132  
Подписной индекс ОАО «Роспечать» 79218  
Подписной индекс «Пресса России» 27866

**Главный редактор д-р техн. наук, проф.  
Т.Г. САМХАРАДЗЕ**

### Редакция:

Сердюк В.С., Боброва Е.А.,  
Краснова Л.М., Паляева Ю.С.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Аксенов Ю.П.**, д-р техн. наук  
**Гавардашвили Г.В.**, д-р техн. наук, проф.  
**Галченко Ю.П.**, д-р техн. наук  
**Гузайров М.И.**, д-р техн. наук, проф.  
**Галиев А.Л.**, д-р техн. наук, проф.  
**Гуляев Ю.В.**, акад. РАН  
**Ицхак Д.**, д-р философии, проф., Израиль  
**Карась В.И.**, д-р физ.-мат. наук, Украина  
**Лагарьков А.Н.**, акад. РАН  
**Лаверов Н.П.**, акад. РАН  
**Лошак Ж.**, д-р физики, президент Фонда Луи де Бройля,  
член Парижской АН, Франция  
**Матвеев В.А.**, д-р техн. наук, проф., заслуженный  
деятель науки и техники РФ  
**Михайлов Ю.Б.**, д-р техн. наук, проф.  
**Мовсун-заде Э.М.**, д-р хим. наук, Азербайджан  
**Нагишвили О.Г.**, д-р техн. наук, акад. Национальной  
АН Грузии  
**Проходская В.Ю.**, канд. биол. наук.  
**Проходский Ю.М.**, д-р техн. наук  
**Романов А.А.**, д-р техн. наук  
**Рыбин В.М.**, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель  
науки и техники РФ  
**Самхарадзе Т.Г.**, д-р техн. наук, проф.  
**Тагасов В.И.**, д-р техн. наук, проф.  
**Трубецкой К.Н.**, акад. РАН  
**Федик И.И.**, чл.-корр. РАН  
**Филенко О.Ф.**, д-р биол. наук.  
**Хомич В.Ю.**, акад. РАН  
**Харгиттай И.**, д-р философии, член Национальной  
АН Венгрии  
**Чебышов С.Б.**, д-р техн. наук, проф.  
**Щербаков Н.С.**, д-р техн. наук., проф., заслуженный  
деятель науки РФ

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

Публикация статей бесплатная. Правом внеочередной  
публикации пользуются аспиранты и докторанты.

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не  
могут быть полностью или частично воспроизведены,  
тиражированы и распространены без письменного  
разрешения редакции.

При перепечатке отдельных частей статей ссылка  
обязательна.

Подписано в печать 21.01.14.

Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.

Усл.-печ. л. 14,3. Усл. кр.-отг. 32,1. Уч.-изд. л. 19,2. Зак. 445.

Тираж 2 700 экз.

☒ Адрес редакции:

107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2.

☎ Тел.: 8 (499) 168-04-95,

факс: 8 (499) 168-23-58. Бухгалтерия: 8 (499) 168-24-28.

✉ E-mail: esip\_99@mail.ru

<http://www.tgizd.ru>

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены

ООО Издательство «Научтехлитиздат»

Отпечатано в ООО Издательство «Научтехлитиздат».

107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2

---

**Л.Н. Расина**  
канд. биол. наук  
E-mail: rasina@ios.uran.ru  
(Институт органического синтеза  
им. И.Я. Постовского УрО РАН)

**Н.А. Орехова**  
канд. биол. наук  
(Институт экологии растений и животных УрО РАН)

**А.Н. Вараксин**  
доктор физ.-мат. наук, проф.  
E-mail: varaksin@ecko.uran.ru  
(Институт промышленной экологии УрО РАН)  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

## ИЗМЕНЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ РЕАКЦИЙ НА РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ (НА ПРИМЕРЕ ЖИВОТНЫХ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА)

С целью изучения реакций организма млекопитающих на радиоактивное загрязнение окружающей среды проведен регрессионный анализ параметров метаболического гомеостаза у лесных мышей (*Apodemus (S.) uralensis* Pall., 1811), обитающих в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), и на контрольной территории с содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в почве до 17 и 44 кБк/м<sup>2</sup> соответственно. Определены значения коэффициентов корреляции Пирсона ( $r$ ), характеризующие тесноту связи между показателями ( $Y$  и  $X$ ), и значения коэффициентов уравнений регрессии ( $b_p$ ), характеризующие зависимость  $Y$  от  $X$ . Смещение баланса между энергообразующими и пластическими процессами в сторону возрастания энергетического обмена в результате увеличения активности цитохромоксидазы митохондрий при более низком уровне пластических белок-синтезирующих процессов определяет возрастание физиологической напряженности клеток, тканей и организма в целом в условиях техногенного радиационного загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: зона Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС); малая лесная мышь; метаболический гомеостаз в организме; взаимосвязь биохимических показателей; регрессионный анализ.

**L.N. Rasina**  
Cand. of Biol. Sciences  
E-mail: rasina@ios.uran.ru  
(Institute of Organic Synthesis named I.Ya. Postovsky Ural  
Branch of Russian Academy of Sciences)

**N.A. Orekhova**  
Cand. of Biol. Sciences  
(Institute of Plant and Animal Ecology Ural Branch of Russian Academy of Sciences)

**A.N. Varaksin**  
Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor  
E-mail: varaksin@ecko.uran.ru  
(Institute of Industrial Ecology the Ural Division  
of the Russian Academy of Sciences)  
Yekaterinburg, Russian Federation University»)

## THE RELATIONSHIP CHANGE BETWEEN PARAMETERS OF METABOLIC HOMEOSTASIS AS EVIDENCE OF REACTIONS TO RADIATION EXPOSURE (AN EXAMPLE OF ANIMALS WITHIN EAST-URAL RADIOACTIVE TRACK)

In order to study reactions to the radioactive contamination of the environment with wood mouse (*Apodemus (S.) uralensis* Pall., 1811), which live on the East Ural Radioactive Trace (EURT) and the control territory ( $^{90}\text{Sr}$  content in the soil to 17 MBq/m<sup>2</sup> and 44 kBq/m<sup>2</sup>, respectively), the regression analysis of parameters of metabolic homeostasis (lipid and carbohydrate metabolism, energy exchange and plastic processes) was conducted. The values of the Pearson's correlation coefficients ( $r$ ), describing the closeness of relationship between parameters ( $Y$  and  $X$ ), and the values of the regression coefficients  $b_p$ , characterizing the dependence of  $Y$  on  $X$  were established. Shifting the balance between energy exchange and plastic processes in the direction of increasing energy metabolism by increasing the activity of the mitochondrial cytochrome oxidase at a lower level of plastic protein-synthesizing process determines the increase in physiological tension of cells, tissues and the body as a whole in the conditions of technogenic radioactive contamination of the environment.

Keywords: zone of the East Ural Radioactive Trace (EURT); *Apodemus (S.) uralensis*; the metabolic homeostasis in organism; the relationships between biochemical parameters; regression analysis.

Изучение параметров метаболического гомеостаза в организме мелких млекопитающих зоны ВУРСа является частью комплексных исследований жизнедеятельности организма и популяций в условиях загрязненной радионуклидами окружающей среды [1...4].

Цель работы – оценка изменений взаимосвязей параметров метаболического гомеостаза в организме мелких млекопитающих зоны ВУРСа как реакции на радиоактивное загрязнение среды обитания.

В задачи исследований входил регрессионный анализ биохимических показателей липидного и углеводного обмена, про- и антиоксидантных, энергообразующих и пластических процессов в организме малых лесных мышей (*Apodemus (S.) uralensis Pall., 1811*), отловленных в загрязненной радионуклидами зоне ВУРСа с содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в почве от 6,7 до 16,7 МБк/м<sup>2</sup>, и на фоновой контрольной территории с содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в почве до 44 кБк/м<sup>2</sup> [5].

Проведенное в предыдущем исследовании [6] разделение выборок малых лесных мышей контрольной территории и зоны ВУРСа по параметрам метаболического гомеостаза методами дискриминантного анализа показало более выраженную реакцию на радиоактивное загрязнение

липидного и углеводного обмена по сравнению с белковым; дискриминантный анализ показал также информативность биохимических показателей лесных мышей в изучении хронического низкоинтенсивного лучевого воздействия. Изменения взаимосвязей между наиболее информативными показателями метаболического гомеостаза характеризует основы функциональной реактивности и механизмов физиологической адаптации организма и популяций к радиоактивному загрязнению среды обитания.

Степень метаболических взаимосвязей оценивали по показателям:

- липидного обмена (концентрация общих липидов и вторичного продукта их перекисного окисления (ПОЛ) – малонового диальдегида (МДА) в печени) [7, 8];
- углеводного обмена (содержание гликогена печени и концентрация глюкозы в плазме крови) [9, 10];
- про- и антиоксидантных процессов (концентрация МДА и активность каталазы в митохондриях миокарда) [8, 11];
- энергообразующих и пластических процессов (активность цитохромоксидазы митохондрий и содержание общего белка плазмы крови) [8, 12].

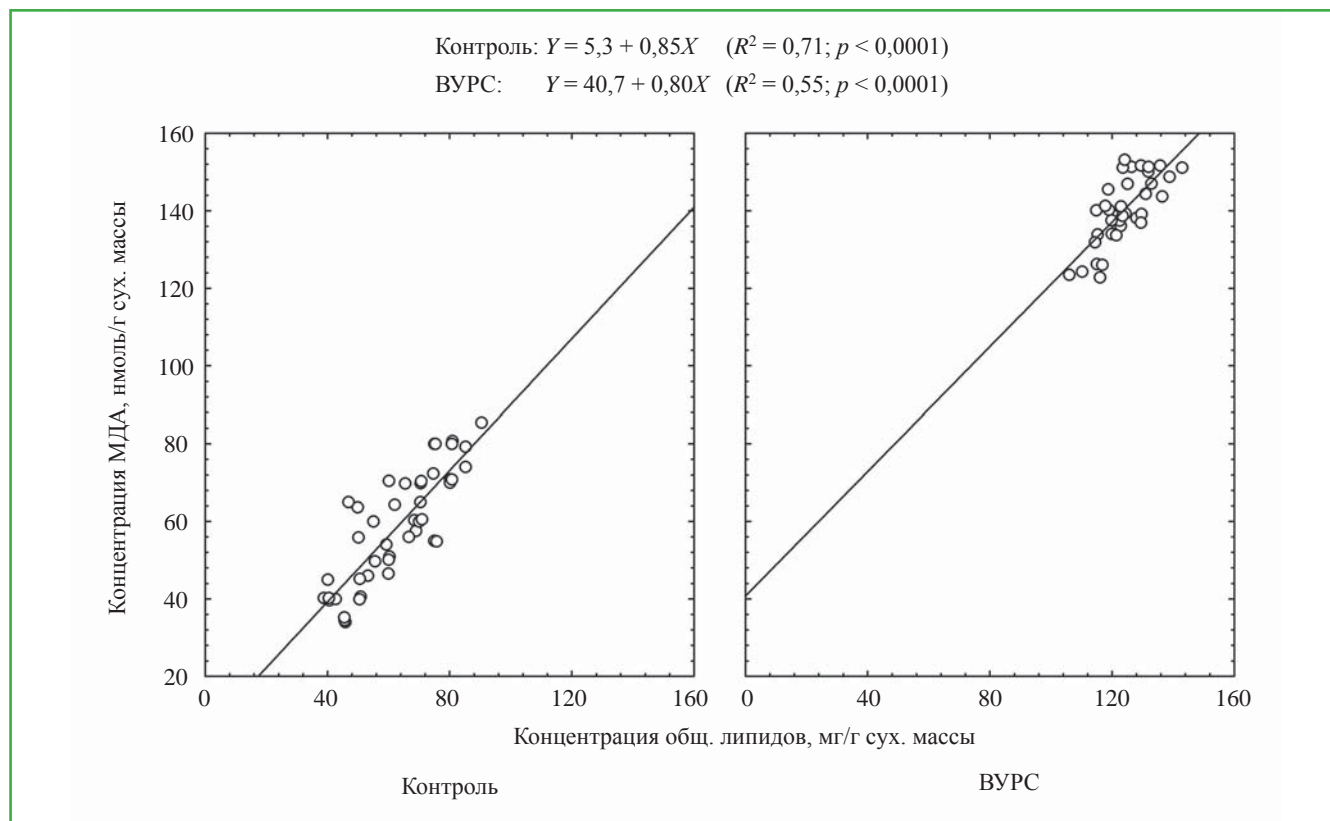


Рис. 1. Взаимосвязь показателей липидного обмена (концентрация МДА и общих липидов печени) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

Регрессионный анализ проведен на экспериментальных данных, экстраполированных к моменту отлова животных, что позволило исключить влияние фактора «Время пребывания животных в виварии» после эвакуации их из природной среды на функционально-метаболические показатели животных [13].

Результаты исследования взаимосвязей между показателями метаболического гомеостаза представлены на рисунках 1...4.

Для показателей липидного обмена положительная корреляционная взаимосвязь между концентрацией общих липидов (значения  $X$ ) и МДА (значения  $Y$ ) в ткани печени отражает уровни синтеза и окисления липидных резервов организма (рис. 1). У животных контрольной территории и зоны ВУРСа отмечается высокая теснота связи между показателями (коэффициенты корреляции Пирсона  $r=0,84$  и  $r=0,74$  соответственно). У животных зоны ВУРСа наблюдается увеличение относительно контроля значений  $X$  и  $Y$ , а также коэффициента  $b_0$  уравнения регрессии, связывающего  $Y$  и  $X$  (уравнение регрессии в виде  $Y=b_0+b_1X$  приведено в верхней части рис. 1), что указывает на повышение уровня липидного обмена в сторону большей активации его катаболической (окислительной) составляющей. Результаты

характеризуют мобилизацию липидных резервов, возрастание в радиоактивной среде обитания потребности органов и тканей в субстратах окисления, что направлено на повышение уровня энергетического гомеостаза организма и его функциональную активацию при неблагоприятном воздействии [14].

Для показателей углеводного обмена отрицательная корреляционная взаимосвязь между концентрацией глюкозы в плазме крови (значения  $X$ ) и содержанием гликогена печени (значения  $Y$ ) позволяет рассматривать глюкозу в циркуляторном русле как субстрат для формирования углеводных резервов организма (рис. 2). У контрольных животных установлена высокая теснота связи между этими показателями ( $r=-0,81$ ), тогда как в зоне ВУРСа связь менее выражена ( $r=-0,54$ ). У животных зоны ВУРСа наблюдается уменьшение относительно контроля значений  $X$ , коэффициента  $b_0$  уравнения регрессии при смещении значений  $Y$  в сторону более высоких величин. Результаты показывают более выраженный чем в контроле расход глюкозы в тканях в качестве источника энергии для функциональной активации, а также направленность метаболизма на восстановление запасов углеводных резервов.

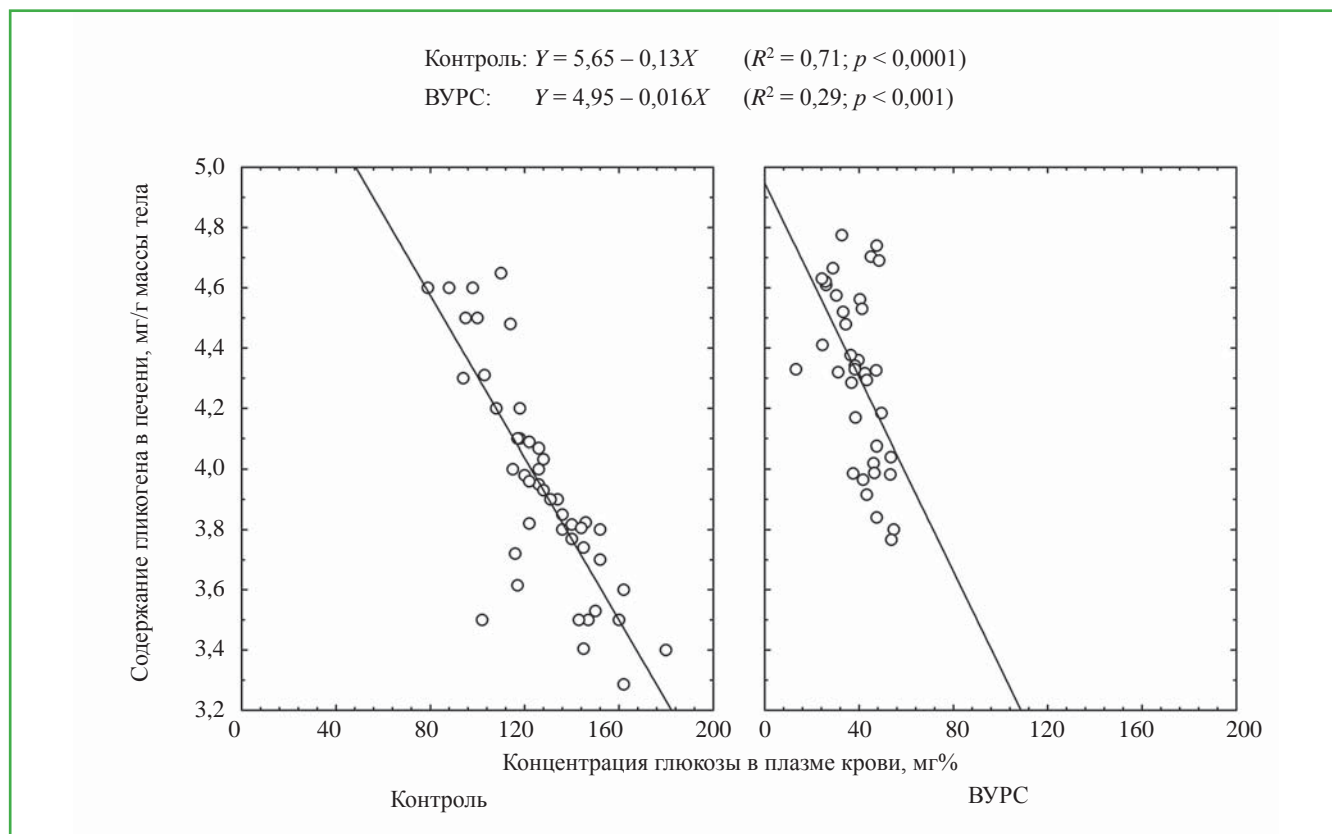


Рис. 2. Взаимосвязь показателей углеводного обмена (содержание гликогена печени и концентрация глюкозы в плазме крови) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

Для про- и антиоксидантных процессов на контрольной территории и в зоне ВУРСа установлена положительная корреляционная взаимосвязь между активностью каталазы (значения  $X$ ) и концентрацией МДА (значения  $Y$ ) в митохондриях миокарда (рис. 3), что подтверждается другими исследованиями [4] и связано со способностью пероксид водорода ( $H_2O_2$ ) индуцировать не только процессы ПОЛ (наблюдается накопление продуктов перекисного окисления липидных компонентов митохондриальных мембран), но и биосинтез каталазы [15]. У контрольных животных установлена высокая теснота связи между этими показателями ( $r=0,97$ ), тогда как в зоне ВУРСа она менее выражена ( $r=0,53$ ). У животных зоны ВУРСа наблюдается выраженное увеличение относительно контроля значений  $Y$ , коэффициента  $b_0$  уравнения регрессии при незначительном смещении значений  $X$  в сторону более высоких величин. Это характеризует прооксидантный сдвиг, выражающийся в избыточном, относительно контроля, накоплении продуктов перекисного окисления липидных компонентов митохондриальных мембран при недостаточности функционирования антиоксидантной защиты.

На рисунке 4 показана взаимосвязь между показателями, характеризующими пластические

(белоксинтезирующие) и энергообразующие процессы. Установленное нами увеличение активности цитохромоксидазы в митохондриях печени (значения  $X$ ) сопряжено с ростом содержания общего белка в плазме крови (значения  $Y$ ), что подчеркивает роль энергообразующих реакций в обеспечении пластических процессов (рис. 4). Теснота связи между показателями у контрольных животных более выражена, чем в зоне ВУРСа,  $r=0,76$  и  $r=0,65$ , соответственно. У животных зоны ВУРСа наблюдается выраженное увеличение относительно контроля значений  $X$ , коэффициента  $b_0$  уравнения регрессии при смещении значений  $Y$  в сторону более низких величин. В условиях ВУРСа это определяет преимущественный расход энергии на функциональную активность, а не на пластические, белоксинтезирующие процессы, что свидетельствует о напряженной работе физиологических систем.

### Выводы

С целью изучения реакций организма млекопитающих на радиоактивное загрязнение окружающей среды проведен корреляционный и регрессионный анализ параметров метаболического гомеостаза у лесных мышей (*Apodemus (S.) uralensis Pall., 1811*), обитающих в зоне ВУРС, и на

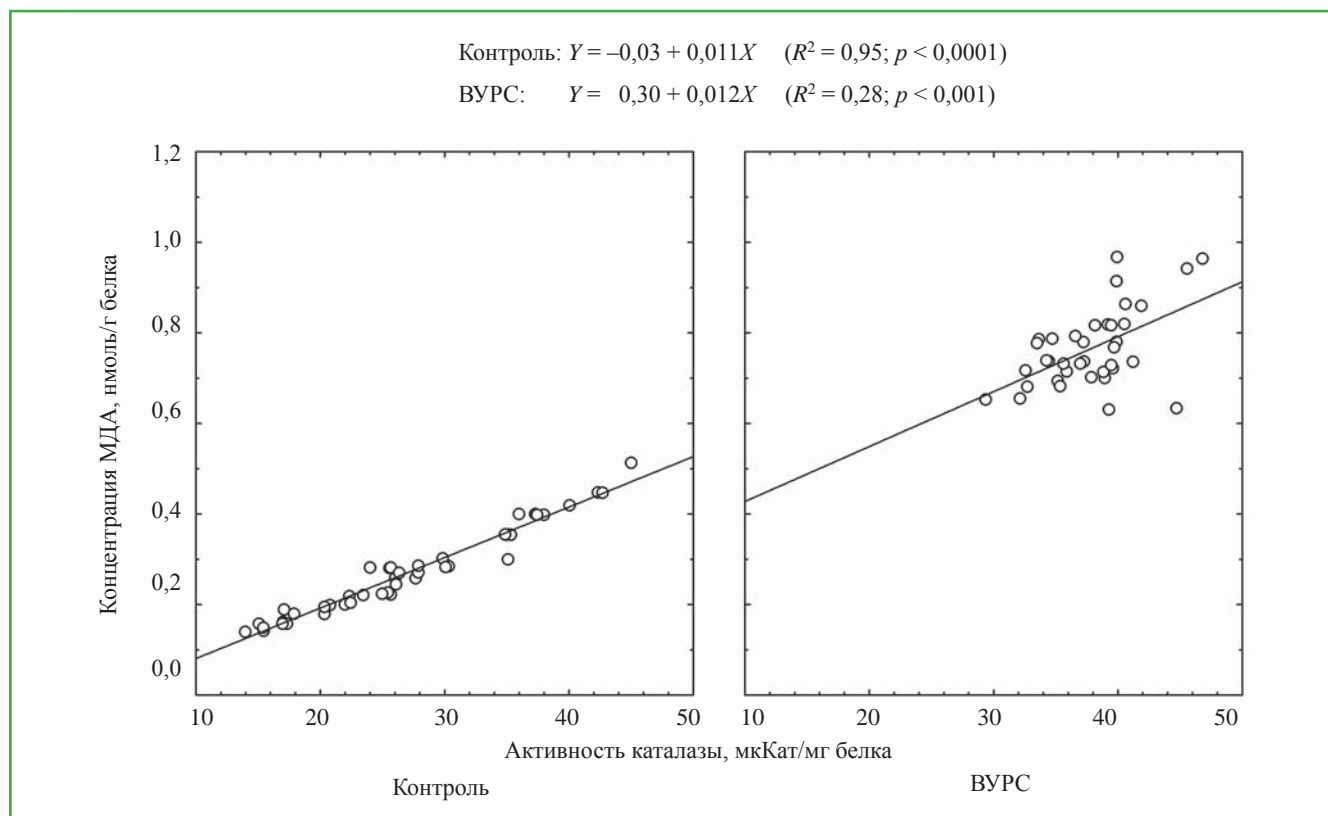


Рис. 3. Взаимосвязь показателей про- и антиоксидантных процессов (концентрация МДА и активность каталазы в митохондриях миокарда) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

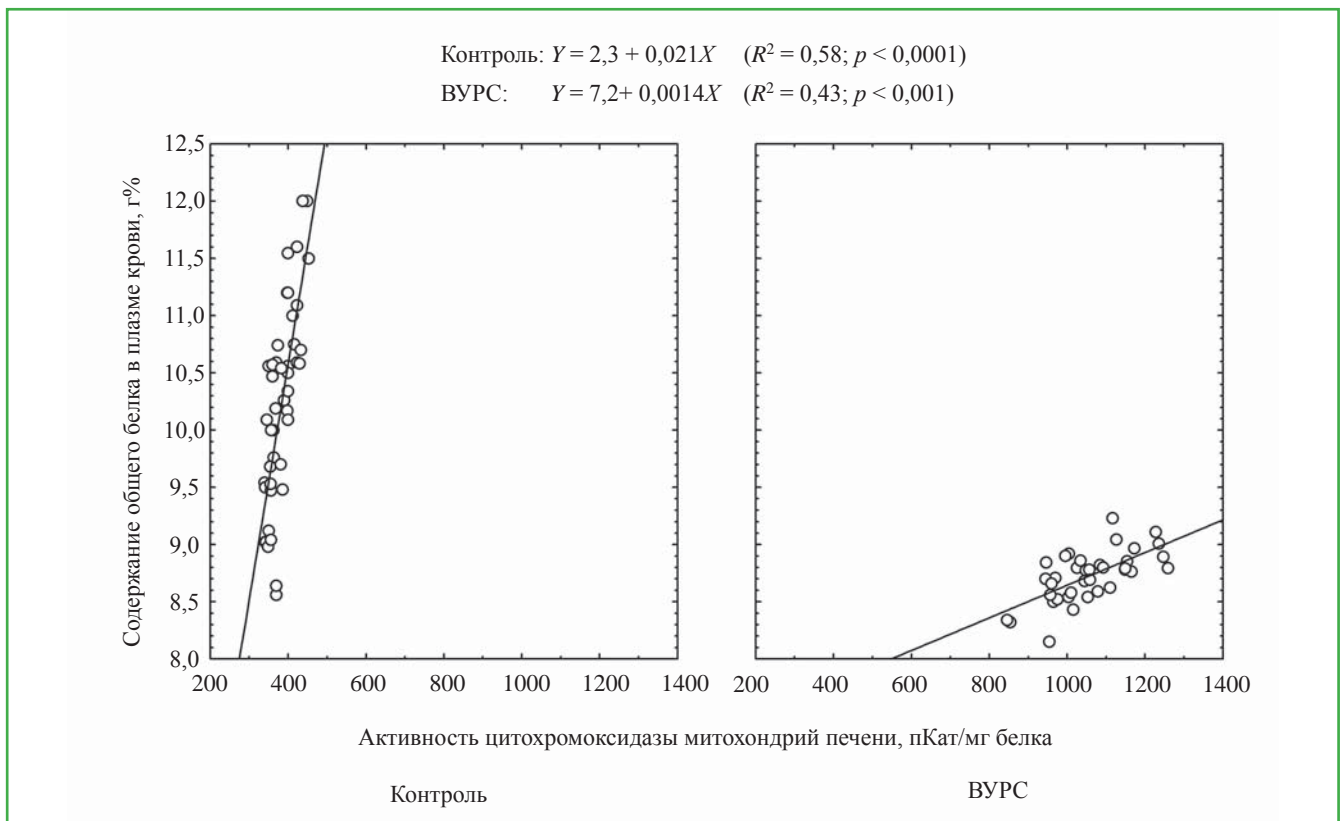


Рис. 4. Взаимосвязь показателей пластических и энергообразующих процессов (содержание общего белка плазмы и активность цитохромоксидазы митохондрий печени) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

контрольной территории с содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в почве от 6,7 до 16,7 МБк/м<sup>2</sup> и до 44 кБк/м<sup>2</sup>, соответственно. Определены значения парных коэффициентов корреляции Пирсона ( $r$ ), характеризующие тесноту связи между показателями ( $Y$  и  $X$ ), и значения коэффициентов уравнений регрессии ( $b_0$ ,  $b_1$ ), характеризующие зависимость  $Y$  от  $X$ .

У животных зоны ВУРСа установлены более низкие значения коэффициентов корреляции Пирсона  $r$  (от 0,74 до 0,53), характеризующие, согласно шкале Чеддока, заметную тесноту связи между метаболическими показателями; у животных контрольной территории значения  $r$  выше 0,76 соответствуют высокой тесноте связи. Уменьшение тесноты связи между параметрами метаболического гомеостаза у животных зоны ВУРСа обусловлено, прежде всего, снижением размаха колебаний показателей, как характеристики более узких границ функционально-метаболических реакций, в рамках которых происходит физиологическая адаптация к данному типу загрязнения среды обитания, его уровню и длительности воздействия на организм и популяции.

У животных зоны ВУРСа установлены статистически значимые изменения коэффициентов  $b_0$

уравнений регрессии (по сравнению с контролем), что свидетельствует о сдвигах в соотношении количественных значений параметров метаболического гомеостаза. В липидном и углеводном обмене, отражающем уровни синтеза и окисления липидных и углеводных резервов организма, наблюдается смещение исходного баланса в сторону катаболической (окислительной) составляющей как результата мобилизации резервов и возрастания в радиоактивной среде потребности органов и тканей в субстратах окисления для функциональной активации. Для про- и антиоксидантных процессов, характеризующих уровни процессов ПОЛ и антиокислительной активности, установлен прооксидантный сдвиг, выражающийся в избыточном относительно контроля накоплении продуктов перекисного окисления липидных компонентов митохондриальных мембран при недостаточности функционирования антиоксидантной защиты. Для энергообразующих и пластических процессов отмечена выраженная активация энергетического обмена на фоне сниженной интенсивности пластических процессов, что определяет физиологическую напряженность клеток, тканей и организма в целом в условиях техногенного радиационного воздействия.

Работа поддержана проектом № 12-М-24-2016 Программы междисциплинарных фундаментальных исследований УрО РАН и проектом № 12-П-3-1035 Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akleyev A.V., Dimov G.P., Veremeyeva G.A. et al. Early hematopoiesis inhibition under chronic radiation exposure in humans. *Radiation and environmental biophysics*. 2010. Vol. 49. № 2, pp 281...291.
2. Chumak A., Thevenov C., Gulaya N. et al. Monohydroxylated fatty acid content in peripheral blood mononuclear cells and immune status of people at long times after the Chernobyl accident. *Radiation research*. 2001. Vol. 156. № 51, pp. 476...487.
3. Orekhova N.A., Rasina L.N. Biochemical analysis of the metabolism of small rodents living in different radioecological conditions. *Russian J. Theriol*. 2012. Vol. 11. № 1, pp. 21...31.
4. Shevchenko O.G., Zagorskaya N.G., Kudyasheva A.G., Shishkina L.N. Dependence of response reaction of root voles to low-intensity irradiation on initial state of the tissue antioxidant system. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. Vol. 44. № 2, pp. 212...220.
5. Pozolotina V.N., Molchanova I.V., Mikhailovskaya L.N., Ul'yanova E.V. Recent levels of radionuclide contamination in the East Ural Radioactive Trace and biological effects in local population of *Plantago major* L. *Russian Journal of Ecology*. 2005. Vol. 36. № 5, pp. 320...328.
6. Расина Л.Н., Орехова Н.А., Вараксин А.Н. Поиск наиболее значимых функционально-метаболических последствий длительного низкоинтенсивного облучения // *Экологические системы и приборы*. 2012. № 6. С. 39...44.
7. Fletcher M.J. A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *J. Clin. Chim. Acta*. 1968. Vol. 22. № 3, pp. 393...397.
8. Орехович В.Н. Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. 391 с.
9. Данченко Е.О., Чиркин А.А. Новый методический подход к определению концентрации гликогена в тканях и некоторые комментарии по интерпретации результатов // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2010. № 3. С. 25...28.
10. Srikanth M., Venkateswara Rao G., Sambasiva Rao. K.R.S. Modified assay procedure for the estimation of serum glucose using microwell reader. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2004. Vol. 19. № 1, pp. 34...35.

11. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г. и др. Метод определения активности каталазы // *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16...19.
12. Congdon R.W., Muth G.W., Splittgerber A.G. The binding interaction of Coomassie Blue with proteins. *Anal. Biochem*. 1993. Vol. 213. № 2, pp. 407...413.
13. Расина Л.Н., Орехова Н.А., Вараксин А.Н. Статистический анализ эколого-физиологических данных в интерпретации техногенных воздействий // *Экологические системы и приборы*. 2011. № 12. С. 50...53.
14. Horowitz J.F. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *TRENDS in Endocrinology and Metabolism*. 2003. Vol. 14. № 8, pp. 386...392.
15. Salvi M., Battaglia V., Brunati A.M. et al. Catalase takes part in rat liver mitochondria oxidative stress defense. *J. Biol. Chem*. 2007. Vol. 282. № 17, pp. 24407...24415.

#### REFERENCES

1. Akleyev A.V., Dimov G.P., Veremeyeva G.A. et al. Early hematopoiesis inhibition under chronic radiation exposure in humans. *Radiation and environmental biophysics*. 2010. Vol. 49. № 2, pp 281...291.
2. Chumak A., Thevenov C., Gulaya N. et al. Monohydroxylated fatty acid content in peripheral blood mononuclear cells and immune status of people at long times after the Chernobyl accident. *Radiation research*. 2001. Vol. 156. № 51, pp. 476...487.
3. Orekhova N.A., Rasina L.N. Biochemical analysis of the metabolism of small rodents living in different radioecological conditions. *Russian J. Theriol*. 2012. Vol. 11. № 1, pp. 21...31.
4. Shevchenko O.G., Zagorskaya N.G., Kudyasheva A.G., Shishkina L.N. Dependence of response reaction of root voles to low-intensity irradiation on initial state of the tissue antioxidant system. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. Vol. 44. № 2, pp. 212...220.
5. Pozolotina V.N., Molchanova I.V., Mikhailovskaya L.N., Ul'yanova E.V. Recent levels of radionuclide contamination in the East Ural Radioactive Trace and biological effects in local population of *Plantago major* L. *Russian Journal of Ecology*. 2005. Vol. 36. № 5, pp. 320...328.
6. Rasina L.N., Orekhova N.A., Varaksin A.N. Poisk naibolee znachimykh funktsionalno-metabolicheskikh posledstviy dlitel'nogo nizkointensivnogo oblucheniya [Search for the most significant functional-metabolic effects of prolonged irradiation of low intensity]. *Ekologicheskkiye sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2012. № 6, pp. 39...44.

7. Fletcher M.J. A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *J. Clin. Chim. Acta.* 1968. Vol. 22. № 3, pp. 393...397.
8. Orekhovich V.N. *Sovremennyye metody v biochimii* [Modern methods in biochemistry]. M: Meditsina [Moscow: Publishing house «Medicine»]. 1977. 391 p.
9. Danchenko E.O., Chirkin A.A. Novyy metodicheskiy podkhod k opredeleniyu kontsentratsii glikogena v tkanyakh i nekotoryye kommentarii po interpretatsii rezultatov [A new methodological approach to the determination of the concentration of glycogen in tissues and some comments on the interpretation of the results]. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* [Forensic medical examination]. 2010. № 3, pp. 25...28.
10. Srikanth M., Venkateswara Rao G., Sambasiva Rao. K.R.S. Modified assay procedure for the estimation of serum glucose using microwell reader. *Indian Journal of Clinical Biochemistry.* 2004. Vol. 19. № 1, pp. 34...35.
11. Koroljuk M.A., Ivanova L.I., Mayorov I.G. et al. Metod opredeleniya aktivnosti katalazy [The method for determining the activity of catalase]. *Laboratornoe delo* [Laboratory business]. 1988. № 1. C. 16...19.
12. Congdon R.W., Muth G.W., Splittgerber A.G. The binding interaction of Coomassie Blue with proteins. *Anal. Biochem.* 1993. Vol. 213. № 2, pp. 407...413.
13. Rasina L.N., Orekhova N.A., Varaksin A.N. Statisticheskii analiz ekologo-fiziologicheskikh dannykh v interpretatsii tekhnogennykh vozdeystviy [Statistical analysis of ecology-physiological data in the interpretation of technogenic effects]. *Ekologicheskkiye sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2011. № 12, pp. 50...53.
14. Horowitz J.F. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *TRENDS in Endocrinology and Metabolism.* 2003. Vol. 14. № 8, pp. 386...392.
15. Salvi M., Battaglia V., Brunati A.M. et al. Catalase takes part in rat liver mitochondria oxidative stress defense. *J. Biol. Chem.* 2007. Vol. 282. № 17, pp. 24407...24415.

#### Информация об авторах

**Расина Лариса Николаевна**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

E-mail: rasina@ios.uran.ru

Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН

620219, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ул. С. Ковалевской/Академическая 20/22

**Орехова Наталья Александровна**, канд. биол. наук, научный сотрудник

Институт экологии растений и животных УрО РАН

620144, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ул. 8 Марта, 202

**Вараксин Анатолий Николаевич**, доктор физ.-мат. наук, проф.

E-mail: varaksin@ecko.uran.ru

Институт промышленной экологии УрО РАН

620990, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ул.С. Ковалевской, 20

#### Information about the authors

**Rasina Larisa Nikolaevna**, Cand. of Biol. Sciences, Senior Researcher

E-mail: rasina@ios.uran.ru

Institute of Organic Synthesis named I.Ya. Postovsky Ural Branch of Russian Academy of Sciences

620219, Yekaterinburg, Russian Federation, S. Kovalevskaya/Akademicheskaya Street, 20/22

**Orekhova Natalya Aleksandrovna**, Cand. of Biol. Sciences, Researcher

Institute of Plant and Animal Ecology Ural Branch of Russian Academy of Sciences

620144, Yekaterinburg, Russian Federation, 8 Marta Street, 20

**Varaksin Anatoly Nikolaevich**, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor

E-mail: varaksin@ecko.uran.ru

Institute of Industrial Ecology the Ural Division of the Russian Academy of Sciences

620990, Yekaterinburg, Russian Federation, S. Kovalevskaya Street, 20