

21. Modde T., Drewes H. G. Comparison of biotic index values for invertebrate collections from natural and artificial substrates // *Freshwater Biol.* 1990. 23,2. С. 171-180.
22. Pratt James R., Bower Nancy J. Substrate associated microfauna // *J. Water Pollut. Contr. Fed.* 1989. 61,6. С. 1068-1072.
23. Protasow A. A., Afanasyew S. A. Das Periphyton der Donau und die Bewertung der Gewässergüte // *Ergebnisse der Donauexpedition 1989.* Wien. 1990. С. 195-197.

**Людмила Сергеевна ТУПИЦЫНА** —  
доцент кафедры экологии и генетики  
биологического факультета, кандидат  
биологических наук,  
**Динара Наилевна НИГМАТУЛЛИНА** —  
аспирант кафедры управления  
физической культурой и спортом  
факультета физической культуры,  
**Николай Яковлевич ПРОКОПЬЕВ** —  
профессор кафедры управления  
физической культурой и спортом  
факультета физической культуры,  
доктор медицинских наук, заслуженный  
рационализатор РФ

УДК 612.648:613.9:577.4

## **ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЧЕЛОВЕКА**

*АННОТАЦИЯ.* Оценена эколого-генетическая ситуация в популяциях людей ряда населенных пунктов Тюменской и Свердловской областей. Использовано два подхода генетического мониторинга: выявление частот неблагоприятных исходов беременности и анализ распределений антропометрических признаков новорожденных детей.

*The ecological-genetic situation of human populations of several settlements of Tyumen and Sverdlovsk provinces was assessed. Two approaches of genetic monitoring were used: the estimation of frequencies of pregnancy failures and the analysis of anthropometrics features distributions among newborn children.*

Констатируемое во многих исследованиях изменение биосферы планеты определяет необходимость экологического мониторинга, в том числе эколого-генетического мониторинга популяций человека, задачей которого является слежение за состоянием генома. Место эколого-генетического мониторинга в системе экологического слежения представляется следующим образом (рис. 1).

На рис. 2 представлены основные направления генетического мониторинга в популяциях человека, которые определены в работах ряда авторов [1, 2].

Изменение в состоянии окружающей среды влечет адаптацию к изменившимся условиям. Адаптация может быть связана с увеличением скорости преобразования генома организмов и отбраковки неудачных вариантов. Негативные изменения в геноме соматических и генеративных клеток на фенотипическом уровне проявляют-

ся как увеличение частоты онкозаболеваний, бесплодных браков, аномалий потомков, повышении частоты неблагоприятных исходов беременности. Учитывая весьма невысокий потенциал размножения человека по сравнению с животными и растениями, многие авторы приходят к заключению об отсутствии возможности адаптации человека к быстроменяющимся условиям среды обитания при резко увеличенной концентрации в ней генотоксических агентов и, следовательно, сомневаются в представительстве человека в будущих экосистемах. Последнее определяет острейшую необходимость наблюдения за изменчивостью и прогноз биологического благополучия в популяциях людей с целью планирования всей деятельности по оптимизации взаимоотношений человека и окружающей его внешней среды.



Рис. 1. Генетический мониторинг популяций человека в системе экологического мониторинга



Рис. 2. Основные направления эколого-генетического мониторинга популяций человека

К настоящему времени известен список основных отдельных агентов среды, являющихся генотоксичными. Увеличивается число работ с целью изучения опасности для генома специфического комплекса факторов, складывающегося на отдельных территориях. Можно считать установленным факт повышения частоты соматических клеток с хромосомными нарушениями в популяциях организмов, в том числе человека, в зонах интенсивного техногенного загрязнения [3].

Значительно реже встречаются работы, в которых было бы продемонстрировано негативное влияние среды на генеративные клетки человека. Хотя список подобных работ на модельных организмах нельзя назвать малым, непосредственное наблюдение изменений хромосом в половых клетках затруднительно, выполняется в редких лабораториях и на ограниченных в объеме выборках. Поэтому о нарушениях генома генеративных клеток в эпидемиологических исследованиях судят по косвенным характеристикам: частоте врожденных пороков развития потомков, неблагоприятных исходов беременности. К неблагоприятным исходам беременности относят выкидыши (спонтанные аборт), мертворождения, раннюю постнатальную смертность детей (в течение недели, регистрируется в роддомах) и другие. Среди причин выкидышей называют мутации в половых клетках родителей или клетках эмбриона на ранних стадиях развития. В большинстве случаев это вновь возникающие мутации. В первом триместре беременности хромосомные аномалии определяют в среднем около 50% выкидышей. Эти изменения в геноме детерминируют около 6% мертворождений [4-10].

Антропометрический подход в эколого-генетическом мониторинге позволяет выявить параметры распределений новорожденных детей по ряду морфологических признаков и оценить долю детей крайних классов – групп экологического риска, характеризующихся пониженной способностью к адаптации, нарушением здоровья и развития в последующие годы жизни.

Указанные два подхода эколого-генетического мониторинга использованы для выполнения данной работы с целью оценки генетического благополучия популяций людей, проживающих в городских и сельских условиях.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы архивные материалы родильных домов и женских консультаций за последние 20 лет XX века г. Тюмени, городов Севера (Мегион, Сургут, Новый Уренгой), Юга Тюменской области (Ялуторовск) и поселка Тугулым Свердловской области. Используются также данные медицинской статистики в этих населенных пунктах. Такой подход является целесообразным, т. к. одним из общих методических принципов территориального эколого-генетического мониторинга считают приоритетность эпидемиолого-статистического метода анализа медико-географических данных, закономерности пространственно-временной динамики которых проявляются в больших по численности населения группах [11].

В работе по сбору первичных данных принимали участие Л. В. Тихобаева, О. П. Кашевская, Л. Л. Панчишина, О. Н. Шатунова, О. А. Попова, С. В. Каменева, И. Р. Мирямина, Е. В. Усова, И. А. Кокорина.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для адекватного сравнения разных выборок людей изучили характеристики распределений ряда признаков матерей новорожденных детей, рожденных в 80–90-е годы XX века. Не выявили различий в распределении женщин по национальному составу, возрасту, числу родов и беременностей, одинаковы статистические параметры указанных распределений. Для примера, на рис. 3 представлены данные, характеризующие матерей из двух выборок – Тюмени и Тюменского района.

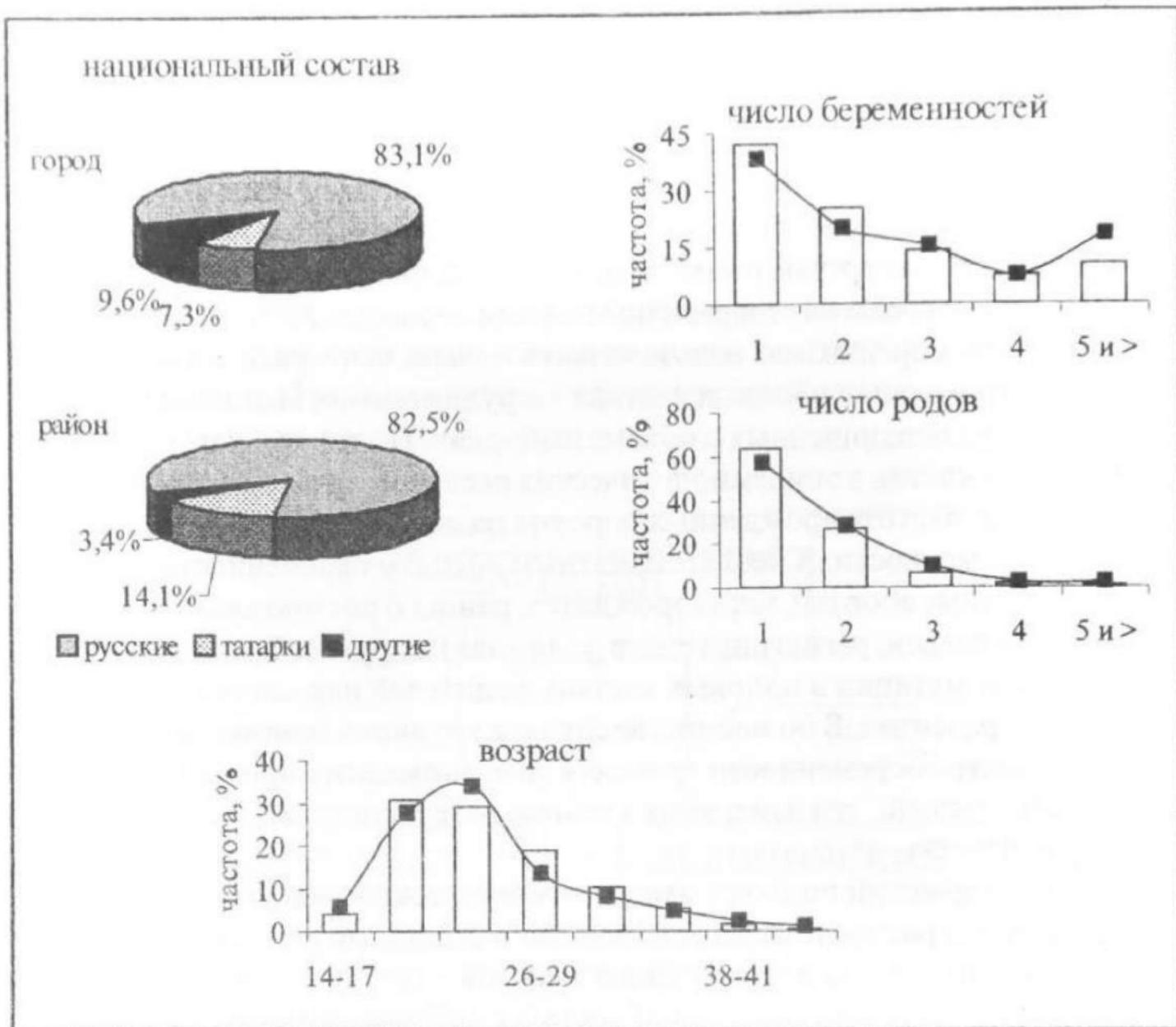


Рис. 3. Распределения матерей в Тюмени и Тюменском районе по некоторым признакам

Частота неблагоприятных исходов беременности в ряде популяций представлена в табл. 1.

Таблица 1

Неблагоприятные исходы беременности (по данным медицинской статистики)

№	Место жительства (годы)		Частота, %		
			выкидышей	мертворождений + умерших	преждевременных родов
		<b>всего беременностей</b>			
1	Тюмень (1981-1996)	13973	4,8±0,2	1,8±0,1	3,8±0,2
2	Тюмень, аккумуляторный завод (1990-1999)	4460	6,9±0,1	1,6±0,2	3,4±0,2
3	Новый Уренгой (1984-1992)	10988	4,5±0,2	0,8±0,1	-
4	Мегион (1991-1993)	2039	3,0±0,4	1,6±0,3	-
5	Сургут (1991-1995)	4085	5,3±0,4	1,0±0,2	3,3±0,3
	Север Тюм. обл. (? 3-5)	17112	4,5±0,2	0,9±0,1	-
6	Тугулым (1983-1996)	6737	5,3±0,3	1,0±0,1	3,3±0,2
		<b>всего родов</b>			
7	Тюмень (1983-1998)	141008	-	2,4±0,04	5,8±0,06
8	Ялуторовск (1985, 1991, 1995)	1991	-	1,6±0,1	3,7±0,4

В южных районах Тюменской области (Тюмень, Ялуторовск) частота неблагоприятных исходов беременности такая же, как в Тугулыме (Свердловская область) и городах севера Тюменской области. Если провести сравнение с некоторыми другими регионами, то можно указать, что в Тюменской области частота наблюдаемых событий не выше, чем в таких городах, как Ангарск и Нагасаки, и ниже, чем, например, в Самаркандской области и Башкирии [12–14].

Анализируя изменчивость неблагоприятных исходов беременности во времени, нельзя сделать вывод об однонаправленном изменении частот изучаемых событий в исследуемый период времени: в конце 90-х годов по сравнению с началом 80-х XX века (рис. 4).



Рис. 4. Динамика частоты выкидышей, мертворождений и ранней детской смертности (суммарные данные по городам Тюмень, Мегион, Новый Уренгой, Сургут)

Если использовать несколько другой подход, то есть учитывать исходы беременностей, завершившихся не только в данный год анализа, что принято в медицинской статистике, а все исходы беременностей у каждой женщины в группе матерей, родивших ребенка в год анализа, то получим данные, представленные в таблице 2. При этом следует иметь в виду, что реальные частоты учитываемых событий выше, т. к. учитываются только беременности в выборке женщин, рожавших хотя бы один раз, но не учитываются, например, в случае, привычного невынашивания беременности. Из этой таблицы видно, что частоты выкидышей и преждевременных родов у горожанок выше, чем у женщин из сельской местности.

Таблица 2

Частота неблагоприятных исходов беременности в Тюмени и Тюменском районе в 1996–2000 гг.

Число женщин	Тюмень		Тюм. аккум. завод		Тюменский район	
	3004		380		379	
	в группе женщин, %	на 1 женщину	в группе женщин, %	на 1 женщину	в группе женщин, %	на 1 женщину
число беременностей	7429	2,5	809	2,1	1059	2,7
норм. родов	59,5±0,57	1,5	55,5±1,75	1,2	59,0±1,5	1,7
выкидышей	7,3±0,30*	0,2	9,4±1,03*	0,2	4,6±0,6*	0,13
мед. аборт	30,6±0,53*	0,8	34,7±1,67	0,7	35,4±1,5*	1,02
мертворожденных + умерших	0,6±0,09	0,01	0,4±0,22	0,01	0,8±0,3	0,03
прочих	2,0±0,16	0,05	3,5±0,60*	0,07	1,5±0,4*	0,05

ПРИМЕЧАНИЯ: прочие – преждевременные роды, регрессия плода, внематочная беременность;

\* — статистически достоверные различия (относительно Тюменского района).

Повышение частоты неблагоприятных исходов беременности связывают с загрязнением окружающей среды агентами различной природы, в том числе с инфекционными заболеваниями матери. Например, выявлено повышение частоты самопроизвольных абортов и преждевременных родов вследствие аварии на ЧАЭС [15]. Резкий рост выкидышей фиксируют в период возделывания хлопчатника в Ферганской долине. В этом случае отмечают широкий контакт женщин с пестицидами, в плаценте таких женщин обнаружено значительное количество гексахлорана [16].

Выполнено огромное количество работ, в которых выявлена мутагенная активность городского воздуха, и как сложного комплекса химических соединений, и отдельных его компонентов [например, 17]. К таким компонентам относят нефтепродукты и тяжелые металлы, уровень загрязнения по которым в Тюмени очень высок. К примеру концентрация свинца в почвах города может превышать фоновую в 10–15 раз. Существенный вклад в детерминацию урботехногенной аномалии по отношению к свинцу определяет Тюменский аккумуляторный завод [18]. По-видимому, можно связать со свинцовым загрязнением повышенную частоту неблагоприятных исходов беременности у женщин, проживающих в районе расположения названного промышленного предприятия (табл. 1 и 2). Важно помнить, что исход беременности определяется и изменениями в мужской репродуктивной системе. У мужчин, контактирующих со свинцом, отмечено увеличение количества хромосомных aberrаций, нарушения морфологии сперматозоидов, гипосперматогенез, олигоспермия [19].

Одним из основных источников массивной эмиссии загрязняющих веществ, в том числе свинца, в окружающую среду является автомобильный транспорт [20]. Генотоксичность выхлопных газов автомобильных двигателей показана на весьма широком фактическом материале с использованием разнообразных тест-систем для скрининга: на индикаторных штаммах сальмонеллы, клетках мышинной лимфомы, китайского хомячка, гепатоцитах крыс и клетках дрожжей. Выявлено увеличение частоты широкого спектра генетических событий: хромосомных aberrаций, сестринских хроматидных обменов, рекомбинаций, повышение скорости репаративного синтеза. Длительное (до двух лет) ингаляционное воздействие больших концентраций аэрозолей отработанных газов дизелей на крыс приводит к повышению частоты опухолей легких, в том числе злокачественных. Правда, эпидемиологические исследования роли отработанных газов дизельных двигателей в развитии рака легких и мочевого пузыря при воздействии на человека малых концентраций не дали четких результатов из-за наличия такого сопутствующего фактора, как курение [21]. Но у детей отцов-водителей и автомехаников значимо повышен риск развития лейкозов [22].

Негативные генетические последствия воздействия выхлопных газов автомобилей выявлены и в мониторинговых исследованиях популяций растений, животных и человека. Изменения генома обнаруживают как в соматических, так и в генеративных клетках. У некоторых растительных организмов, обитающих вдоль обочин шоссе и проселочных дорог, при уровне радиации, близком к естественному, частота хромосомных aberrаций была почти такой же, как на загрязненной радионуклидами территории при мощности дозы 2–3 мР/ч. Повышенное число наследственных отклонений, нарушение течения мейоза определяет образование аномальных микроспор и стерильность пыльцы, уровень которой может достигать 50%. Выше частота aberrаций хромосом и сестринских хроматидных обменов у дорожных полицейских и обслуживающего персонала заправочных станций [23–29]. С увеличением количества автотранспорта в Москве в 90-е годы XX века связывают рост частоты патологии беременности и родов, рождения детей с отклонениями в физическом и психическом развитии [30].

В нашей работе изучена частота неблагоприятных исходов беременности в двух группах женщин, условно названных «автотранспорт» и «контроль». Мужья женщин из первой группы профессионально связаны с автотранспортом: водители, авто-

механики, трактористы, бульдозеристы, экскаваторщики и т. п. Мужчины из второй группы — инженеры, милиционеры, учащиеся, работники образования, сферы обслуживания, культуры и т. д. Для исследования были отобраны данные в конце 80-х и начале 90-х годов XX века, когда стремительного роста автотранспортных средств у населения еще не было. Так, в обзоре газеты «За рубежом» (1989, № 3) указано, что в 1986 году в таких странах, как США, Канада, Австрия, на двух жителей приходился один автомобиль. В то же время в СССР число собственников личных машин было существенно ниже: 24 человека на один автомобиль. Можно считать контакт с выхлопными газами в первой группе мужчин гораздо более значимым, чем во второй. Указанный подход позволяет выявить изменения именно генома (генеративных клеток отца) и не обсуждать возможный эмбриотоксический эффект, который может быть обусловлен не только мутационным процессом, но и другими механизмами, детерминируемыми генотоксическими агентами. Этот исследовательский прием применяется в экспериментах с лабораторными животными и при анализе частот названных событий в различных группах людей. Так, установлено увеличение частоты самопроизвольных выкидышей у жен мужчин, связанных с хлоропреновым производством [31] и занятых на металлургических предприятиях [32].

Данные описанного исследования, представленные в табл. 3, свидетельствуют о значимом повышении неблагоприятных исходов беременности в опытной группе женщин по сравнению с контрольной.

Таблица 3

**Исходы беременностей у жен мужчин, профессионально связанных и несвязанных с автотранспортом**

Город	Всего беременностей	Выкидышей		Мертворожденных и умерших		Всего неблагоприятных исходов, %
		п	%	п	%	
<b>«контроль»</b>						
Уренгой	918	39	4,2	6	0,7	4,9
Тюмень	1021	30	2,9	7	0,7	3,6
Ялуторовск	501	24	4,8	10	2,0	6,8
<b>Всего</b>	<b>2440</b>	<b>3,8±0,4*</b>		<b>0,9±0,4</b>		<b>4,8±0,4*</b>
В группе женщин n=694	2281	n=157 6,9±0,53**		n=32 1,4±0,23		8,3±0,28**
<b>«автотранспорт»</b>						
Уренгой	442	33	7,5	8	1,8	9,2
Тюмень	760	31	4,6	12	1,6	5,7
Ялуторовск	131	9	6,8	2	1,5	8,4
<b>всего</b>	<b>1333</b>	<b>5,5±0,6*</b>		<b>1,7±0,4</b>		<b>7,1±0,7*</b>
В группе женщин n=601	1981	n=191 9,6±0,66**		n=33 1,7±0,29		11,3±0,71**

**ПРИМЕЧАНИЕ:** \*, \*\* — статистически достоверно различающиеся величины в контрольной и опытной группах.

Мутационный процесс может быть причиной разрушения адаптивного комплекса генов, определяющего неспецифическую устойчивость и снижение гомеостатических возможностей организма в изменяющихся условиях среды. А поскольку существует корреляция между интегральной структурой генома и конституциональ-

ными особенностями человека, то возможна оценка генетического благополучия популяций при использовании антропометрического метода анализа. Последний предусматривает оценку величины крайних классов статистического распределения таких признаков новорожденных детей, как масса и длина тела. О неблагоприятных процессах в разных группах людей может свидетельствовать снижение доли детей «адаптивной нормы», что, например, было характерно для Тюмени 90-х годов [33]. Если сравнивать два указанных сильно скоррелированных признака, то доля индивидуумов, попадающих в зону «адаптивной нормы», существенно ниже, чем при рассмотрении каждого из них. Но считают, что при анализе двумерных распределений, различия между сравниваемыми группами проступают более отчетливо. Поэтому в нашей работе выполнено сравнение антропометрических характеристик детей из городских и сельских популяций, а также оценена доля разных классов новорожденных, выделенных одновременно по двум признакам физического развития (рис. 5, табл. 4).

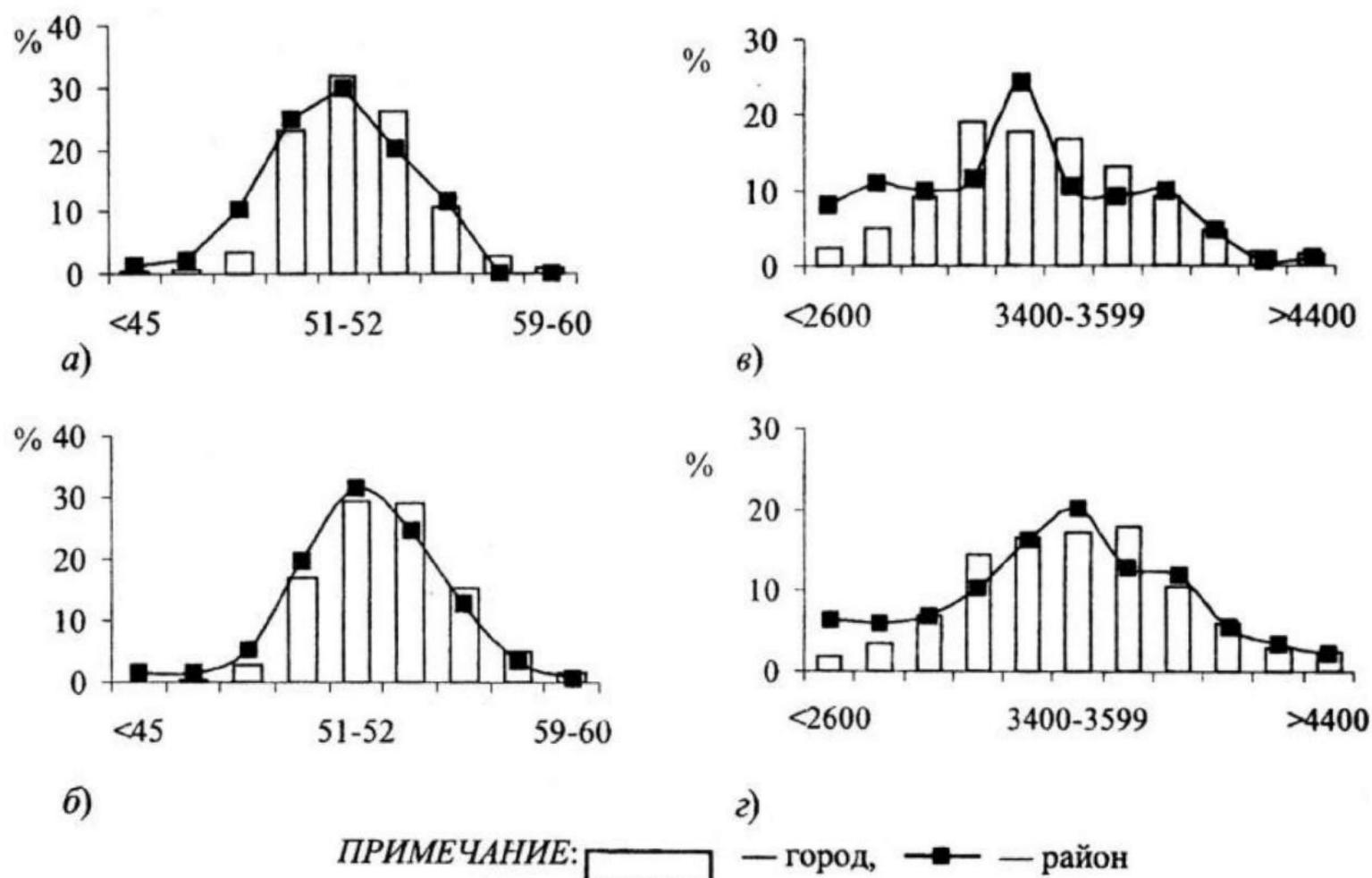


Рис. 5. Распределения новорожденных детей из г. Тюмени и Тюменского района по длине (а – девочек, б – мальчиков) и массе (в – девочек, г – мальчиков)

Таблица 4

Распределение новорожденных детей по двум параметрам одновременно

Масса, г / Длина, см		<3000	3000-3800	>3800
		<50	город ● 7,3±0,4	1,9±0,2
	район ● 13,4±1,7	1,8±0,7	0,2±0,05	
50-56	город ● 7,1±0,3	● 66,0±0,6	12,5±4,4	
	район ● 11,1±1,6	● 58,7±2,5	12,4±1,7	
>56	город ● 0,02±0,02	● 1,3±0,2	● 3,8±0,3	
	район ● 0,2±0,05	● 0,2±0,05	● 1,8±0,7	

ПРИМЕЧАНИЕ: ●—● — статистически достоверные различия

Форма кривых распределений адаптивнозначимых признаков не позволяет делать вывод о большой степени генетической отягощенности в популяциях, т. к. все изученные распределения близки к нормальному.

Не различаются и основные статистические параметры этих распределений в Тюмени и Тюменском районе. Средние значения массы и длины тела новорожденных детей равны и в группах «автотранспорт» и «контроль». Но зафиксировано статистически достоверное снижение массы и длины тела детей, рожденных женщинами, проживающими в Тюмени в зоне расположения аккумуляторного завода. Как в контрольной, так и в группе «автотранспорт» доля крайних классов — группы риска, и группы «адаптивной нормы» — потенциально устойчивой к неблагоприятным факторам окружающей среды, одинакова. Но группа детей центрального класса и доля крупных детей в Тюменском районе меньше, чем таковая горожан, при этом больше доля детей с низкими показателями массы и длины (табл. 4).

Итак, в работе выявлен ряд фактов, указывающих на негативные изменения в геноме человека под влиянием загрязнения окружающей среды, которые, как полагает ряд авторов, представляет уже не теоретическую, а реальную угрозу ныне живущим и последующим поколениям [34].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Генетика и благосостояние человечества. Труды XIV международного генетического конгресса. М.: Наука, 1981. 564 с.
2. Sutton H. E. An overview of approaches for genetic monitoring of humans. «Individ. Susceptibility Genotoxic Agents Hum. Popul. Proc. Workshop, Research Triangle Park, N.C., May 10-12, 1982». New York; London. 1984. P. 33-52.
3. Бочков Н. П., Катосова Л. Д. Генетический мониторинг популяций человека при реальных химических и радиационных нагрузках // Вестн. Рос. АМН. 1992. № 4. С. 10-14.
4. Кяосаар М. Э. Цитогенетическое исследование спонтанных аборт у человека // Генетика. 1972. Т. VIII. № 5. С. 158-159.
5. Кулиев А. М. Связь между аномалиями фенотипа и кариотипа в эмбриогенезе человека // Генетика. 1972. Т. VIII, № 7. С. 140-153.
6. Кулешов Н. П., Алехин В. И., Егошина Н. А. Каретникова Н. А. Частота хромосомных аномалий у детей, умерших в перинатальный период // Генетика. 1975. Т. XI. № 11. С. 107-113.
7. Dejmek J., Vojtassak J., Malova J., Stenel J., Kliment V. Monitoring of chromosome anomalies in spontaneous abortions from an urban population // Mutat. Res. Environ. Mutagenes. and Related Subj. 1989. 216. № 5. P. 309-310.
8. Franca P., Bernard J. Etude cytogenetique du sperme humain // M/S: Med. Sci. 1989. 5. № 4. P. 244-251.
9. Слозина М. Н., Неронова Е. Г. Хромосомные аномалии гамет человека и внутриутробный отбор. Исследование женских гамет // Цитология и генетика. 1992. Т. 26. № 6. С. 58-63.
10. Слозина М. Н., Неронова Е. Г. Хромосомные аномалии гамет человека и внутриутробный отбор. Исследование мужских гамет // Цитология и генетика. 1992. Т. 26. № 3. С. 67-72.
11. Куролап С. А. Геоэкологические аспекты мониторинга здоровья населения промышленных городов // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 6. С. 21-28.
12. Бочков Н. П., Чеботарев А. Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. М.: Медицина, 1989. 272 с.
13. Даниэлов М. Б., Ходжаев Н. И. Некоторые демографические показатели изолированных популяций в Узбекистане // Генетика. Т. 11. № 12. С. 98-100.
14. Голошапов А. П., Петрова С. Н., Хуснутдинова, Э. К., Чеботарев А. Н., Мороз Г. И. Оценка экологического риска для населения индустриального города по результатам гене-

тического мониторинга // Проблемы экологического мониторинга. Часть II. Уфа, 1995. С. 406-413.

15. Гаврилюк Ю. Й., Созаньский О. О., Акопян Г. Р. и др. Генетичний моніторинг в аспекті Чорнобильської катастрофи // Цитология и генетика. 1992. Т. 26. № 4. С.15-19.

16. Рогозин Д. Г., Туракулов З. А., Шмагин А. Н. Характеристика перинатальной смертности у жителей сельской местности // Медицинский журнал Узбекистана. 1991. № 5. С. 47-48.

17. Горовая А. И., Дигурко В. М., Скворцова Т. В. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднепровье // Цитология и генетика. 1995. Т. 29. № 5. С. 16-22.

18. Гусейнов А. Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. Тюмень: Слово. 2001. 176 с.

19. Winder C. Reproductive and chromosomal effects of occupational exposure to lead in the male. *Reprod. Toxicol.* 1989. 3. № 4. P. 221-233.

20. Александров Б. Ю., Кузубова Л. И., Яблокова Е. П. Экологические проблемы автомобильного транспорта = Environmental Problems of Mechanical Transport: Аналит. обзор / ГПНТБ СОРАН; Новос. обл. Комитет по экологии и природ. Ресурсам; По «Север» — Новосибирск, 1995. 113 с.

21. Порошенко Г. Г., Абилов С. К. Антропогенные мутагены и природные мутагены // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. Общая генетика. 1988. 12. С. 5-208.

22. Белякова С. В., Смулевич В. Б., Кошкина В. С., Опунева З. В. Профессия родителей — важный фактор влияния на здоровье детей (обзор) // Гигиена и санитария. 1994. № 7. С. 15-18.

23. Дмитриева С. А. Цитогенетический мониторинг последствий радиоактивного загрязнения на примере представителей природной флоры // I Всес. радиобиол. съезд, Москва, 21-27 авг., 1989: Тез. докл. Т. 3. Пушино, 1989. С. 589-590.

24. Елісеева К. Р., Краскоўскі Г. В., Міронава Г. І., Падліскіх В. Я. и др. Вывучэнне генетычных змен у клетках касцявога мозгу рыжай палёўкі (*Clethrionomys glareolus*), якая жыве ў рэгіёнах з рознай ступенню забруджвання выкідамі аўтатранспарту. «Весці АН БССР. Сер. біял. н.», 1985, №1. С. 75-79.

25. Духарев В. А., Клячко А. Ю. Генетические повреждения сосняков придорожных защитных полос выбросами автотранспорта // Тез. докл. секции генетич. Аспектов пробл. «Человек и биосфера». Киев, 1988. С. 47.

26. Бигалиев А. Б., Ержанов Е. Т. Тестирование на мутагенность тяжелых металлов, содержащихся в выхлопных газах автотранспорта // Всес. совещ. «Эколого-генетический мониторинг состояния окружающей среды». Караганда, 1990. С. 24.

27. Carere A., Antocchia A., Crebelli R., Degrassi F. Genetic effects of petroleum fuels: Cytogenetic monitoring of gasoline station attendants // *Mutat. Res. Fund. and Mol. Mech. Mutagen.* 1995. 332, № 1-2. P.17-26.

28. Anwar Wagida A., Kamal Abdel Aziz M. Cytogenetic effects in a group of traffic policemen in Cairo. «*Mutat. Res. Mutat. Res. Lett.*», 1988, 208, № 3-4. С. 225-231.

29. Бондарь Л. М., Частоколенко Л. В. Микроспорогенез как один из возможных биоиндикаторов загрязненного воздействия автотрассы // Биологические науки. 1990. № 5. С. 79-83.

30. Филатов Н. Н., Аксенова О. И., Волкова И. Ф., Ефимов М. В., Корниенко А. П. Заболеваемость как критерий оценки влияния автотранспорта на здоровье населения Москвы // Гигиена и санитария. 1998. № 5. С. 3-5.

31. Саноцкий И. В., Фоменко В. И. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм. М.: Медицина, 1979. 128 с.

32. Седова Н. С. Оценка суммарной мутагенной активности производственной среды на предприятиях черной металлургии // Цитология и генетика. 1989. Т. 23. № 2. С. 16-20.

33. Тупицына Л. С., Прокопьев Н. Я., Нигматуллина Д. Н. Некоторые морфологические показатели физического развития новорожденных детей города Тюмени за последние 20 лет XX века // Вестник ТГУ. 2000. № 3. С.154-159.

34. Дубинин Н. П., Дюков В. А. Загрязнение биосферы мутагенами и генофонд человека // Докл. АН СССР. 1990. Т. 315. № 1. С. 210-214.