

Статья поступила в редакцию 12.09.2017 г.

Лузина Ф.А., Дорошилова А.В., Смирнов В.Ю.,  
Казицкая А.С., Гуляева О.Н., Ядыкина Т.К., Колбаско А.В.

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,  
Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей –  
филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,

г. Новокузнецк, Россия

ФГБУН Ордена Дружбы народов Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН,  
г. Москва, Россия

## АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ II ФАЗЫ БИОТРАНСФОРМАЦИИ КСЕНОБИОТИКОВ (GSTM1, GSTT1) У ШОРСКОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ: К ПРОБЛЕМЕ РАЗЛИЧИЙ В ПОКАЗАТЕЛЯХ СМЕРТНОСТИ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ

**Предмет исследования.** Полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков GSTM1, GSTT1 (вероятных маркеров риска онкологических заболеваний) у шорского и европеоидного населения Кемеровской области; показатели смертности от злокачественных новообразований (ЗНО) у шорцев и всего населения г. Новокузнецка за период с 1970 по 1999 годы.

**Цель исследования.** Изучить особенности распределения полиморфизма генов биотрансформации ксенобиотиков (GSTM1, GSTT1) у коренного и пришлого населения Кемеровской области. Провести анализ этногенетических аспектов смертности от злокачественных новообразований (на примере г. Новокузнецка).

**Материалы и методы.** Обследовалось взрослое коренное и пришлое население Горной Шории и г. Новокузнецка Кемеровской области. Образцы ДНК выделены из венозной крови методом фенол-хлороформной экстракции. Делеционный полиморфизм генов GSTM1 и GSTT1 исследовали методом ПЦР в реальном времени с использованием наборов реагентов ООО «СибДНК». В работе использованы данные по смертности шорцев от ЗНО, полученные из архива ЗАГС г. Новокузнецка.

**Основные результаты.** У коренного шорского населения преобладают частоты немутантных вариантов генов системы биотрансформации ксенобиотиков: GSTM1 (+) – 0,768, GSTT1 (+) – 0,743; снижена частота «нулевых» функционально ослабленных генотипов и их сочетаний по сравнению с европеоидным населением. В структуре классов причин смерти у шорцев в 90-е годы новообразования занимали четвертое ранговое место (6,3 %), у всего населения г. Новокузнецка – третье (11,7 %).

**Заключение.** Сниженная частота делеционных вариантов генов биотрансформации ксенобиотиков GSTM1, GSTT1 у шорцев позволяет на популяционном уровне спрогнозировать риск заболеваемости и смертности от онкопатологии. В одинаковых экологических условиях городской среды смертность от ЗНО у шорцев занимает более низкое ранговое место в структуре основных классов причин смерти по сравнению с населением г. Новокузнецка.

**Ключевые слова:** шорцы; смертность; злокачественные новообразования; полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков.

Luzina F.A., Doroshilova A.V., Smirnov V.Yu., Kazitskaya A.S., Gulyaeva O.N., Yadykina T.K., Kolbasko A.V.

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases,

Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians –

Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Novokuznetsk, Russia

Institute of Ethnology and Anthropology of N.N. Miklukho-Maklay of RAS, Moscow, Russia

### ANALYSIS OF POLYMORPHISM OF THE GENES OF THE PHASE II OF XENOBIOTICS BIOTRANSFORMATION (GSTM1, GSTT1) IN THE SHORIANS AND ALIEN POPULATION OF THE KEMEROVO REGION: THE PROBLEM OF THE DIFFERENCES IN MORTALITY RATE FROM MALIGNANT NEOPLASMS

**Subject.** Polymorphism of the genes of xenobiotics biotransformation GSTM1, GSTT1 (probable markers of cancer risk) in the Shorians and Europeoid population of the Kemerovo Region; mortality rates from malignant neoplasms (MNP) in the Shorians and the entire population in Novokuznetsk for the period from 1970 to 1999.

**Objective.** To study the peculiarities of the distribution of the gene polymorphism of xenobiotics biotransformation (GSTM1, GSTT1) in the indigenous and alien population of the Kemerovo Region. To analyze ethno-genetic aspects of mortality rate from malignant neoplasms (on the example of Novokuznetsk).

**Materials and methods.** The adult indigenous and alien population of Gornaya Shoria and Novokuznetsk of the Kemerovo Region was examined. DNA samples were selected from the venous blood by the phenol-chloroform extraction method. The deletion polymorphism of the GSTM1 and GSTT1 genes was studied by PCR method in real-time using LLC «SibDNA» reagent kit. We used data on mortality rates from MNP among the Shorians obtained from the archives of the recording of the acts of civil status in Novokuznetsk.

**Main results.** The indigenous Shorians are dominated by the frequencies of the non-mutant variants of the genes of xenobiotics biotransformation: GSTM1 (+) is 0.768, GSTT1 (+) is 0.743; the frequency of «null» functionally weakened genotypes and their combinations compared with the Europeoid population is reduced. In the structure of the classes of death causes in the Shorians in the 90th years neoplasms are at the fourth ranked place (6.3 %), for the entire population of Novokuznetsk they are at the third one (11.7 %).

**Conclusions.** The reduced frequency of the deletion variants of the genes of xenobiotics biotransformation (GSTM1, GSTT1) in the Shorians allows predicting the risk of disease incidence and mortality rates from oncologic pathology at the population level. Under the same ecological conditions of the urban environment mortality rates from MNP among the Shorians occupy a lower rank in the structure of the main classes of death causes in the comparison with the population of Novokuznetsk.

**Key words:** the Shorians; mortality rate; malignant neoplasms; polymorphism of the genes of xenobiotics biotransformation.

Длительное воздействие на организм человека неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе ксенобиотиков, обладающих мутагенным, тератогенным и канцерогенным эффектами, может быть причиной развития различных заболеваний [1]. В организме человека основную защитную роль от воздействия чужеродных веществ выполняет ферментная система биотрансформации ксенобиотиков, в том числе глутатион-S-трансферазы, участвующие в превращении оксиметаболитов в водорастворимые нетоксичные производные [2]. Для генов, кодирующих эти ферменты, обнаружен полиморфизм, определяющий их низкую или высокую активность [3]. Известно, что мутантные варианты генов биотрансформации ксенобиотиков GSTM1 и GSTT1 у человека вовлечены в процессы канцерогенеза [2].

Эволюционно сложившиеся генотип-средовые взаимодействия специфичны для каждой человеческой популяции. Генетическая особенность индивида в значительной мере определяется его этнической и расовой принадлежностью [4].

Проблема этнических различий в предрасположенности или устойчивости к онкозаболеваниям по-прежнему остается актуальной. Онкологические заболевания являются одной из основных причин заболеваемости и смертности во всем мире — в 2015 г. умерло 8,8 млн. человек. Рак становится причиной практически каждой шестой смерти [5].

Кузбасс — один из регионов Российской Федерации с наиболее неблагоприятной экологической обстановкой. Около 90 % населения испытывает высокую техногенную нагрузку и 55,5 % жителей области проживают на территории с высоким уровнем онкологической заболеваемости [6]. Новокузнецк — один из самых крупных промышленных городов Кемеровской области (550127 человек на 2015 г.), с большим числом предприятий химической, черной и цветной

металлургии, шахт, горнодобывающих комплексов. Кроме того, с 1949 по 1964 годы Новокузнецк находился в зоне действия Семипалатинского полигона [7].

Смертность от онкопатологии в г. Новокузнецке, как и в целом в Кемеровской области и СФО, нарастает: 1980 г. — 154,6; 1990 г. — 183,7; 2000 г. — 217,2; 2010 г. — 238,0; 2015 г. — 258,0 умерших на 100 тыс. населения. Для сравнения: показатель смертности от ЗНО в РФ и СФО в 2015 г. составил 202,5 и 210,4 на 100 тыс. населения [8, 9].

Актуальность современных проблем онкологии для г. Новокузнецка и Кемеровской области очевидна и определяется их социальной значимостью, высоким уровнем заболеваемости и смертности, сложностью диагностики и лечения больных. Известно, что население различных национальных групп отличается по уровню и структуре смертности от злокачественных новообразований [10, 11].

Кемеровская область и г. Новокузнецк многонациональны. Из коренных малочисленных народов здесь проживают шорцы и телеуты. Официальная статистика по основным медико-демографическим показателям коренного населения Кемеровской области практически отсутствует. Между Всероссийскими переписями населения (2002-2010 гг.) произошло абсолютное и относительное уменьшение шорцев как в целом в РФ, так и в местах их компактного проживания — Горной Шории. На момент переписи 2010 г. общая численность шорцев в РФ составила 12888 человек, в Кемеровской области — 10672 человек. В г. Новокузнецке шорцев насчитывается 1504 человека, что составляет 0,27 % от общей численности населения города. За межпереписной период (2002-2010 гг.) численность городских шорцев сократилась на 145 человек. В отличие от других южно-сибирских коренных народов, большинство шорцев — жители городов и поселков городского типа (73,96 % — 2002 г.) [12].

В связи с этим, важной задачей является анализ генетического полиморфизма системы биотрансформации ксенобиотиков с учетом этнической специфики территории.

**Цель исследования** — изучить особенности распределения полиморфизма генов биотрансформации ксенобиотиков (GSTM1, GSTT1) у коренного и пришлого

**Корреспонденцию адресовать:**

ЛУЗИНА Фаина Анисимовна,  
654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23.  
ФГБУ «НИИ КПГПЗ».  
Тел.: 8 (3843) 79-66-05.  
E-mail: luzina45@mail.ru

го населения Кемеровской области и провести анализ этногенетических аспектов смертности от злокачественных новообразований на примере г. Новокузнецка.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал для настоящего исследования собран в ходе комплексных генетико-эпидемиологических экспедиций Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей (г. Новокузнецк), Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (г. Кемерово) и Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний (г. Новокузнецк) в 2010-2016 гг. в Горную Шорию – Таштагольский, Междуреченский и Мысковский районы Кемеровской области. Обследовалось взрослое коренное и пришлое население этих районов, а также г. Новокузнецка. Забор крови проводили квалифицированные медицинские работники по международным правилам с использованием «Информированного согласия».

Выборка шорцев представлена из всех основных ареалов их расселения. Объем выборки составил 345 человек, из них шорцев – 257 человек, шорско-русских метисов – 32 человека. Европейское население представлено городским – 408 человек (г. Новокузнецк) и сельским – 56 человек.

Образцы ДНК были выделены из венозной крови методом фенол-хлороформной экстракции. Делеционный полиморфизм генов GSTM1 и GSTT1 исследовали методом ПЦР в реальном времени с использованием наборов реагентов ООО «СибДНК».

Сбор материала по причинам смерти, в том числе и от злокачественных новообразований (C00-C97), у шорского населения получен на основе выкопировки данных из книг регистрации актов о смерти из архива ЗАГС г. Новокузнецка за период с 1970 по 1999 год. Число умерших шорцев составило 676 человек, из них 53 умерли от ЗНО. При анализе показателей смертности по г. Новокузнецку использованы данные официальной статистики Росстата, Кемеровстата за период 1980-2015 гг.

В виду малочисленности городских шорцев, полученные данные были объединены по десятилетним интервалам. При анализе использованы коды Международной статистической классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10).

Для статистической обработки материалов применялся стандартный пакет программ SPSS 11.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение частот генотипов и аллелей II фазы детоксикации ксенобиотиков GSTM1 и GSTT1 у монголоидного (шорцы) и европеоидного населения Кемеровской области представлены в таблице.

Анализ распределения полиморфных вариантов генов GSTM1 и GSTT1 системы биотрансформации ксенобиотиков у коренного (шорского) и пришлого (европеоидного) населения Кемеровской области показал, что у коренного населения области преобладают частоты немутантных вариантов генов GSTM1 и GSTT1. Частоты GSTM1 (+) и GSTT1 (+) у шорцев в 1,4 раза (0,768) и в 1,3 раза (0,743) выше по сравнению с европеоидным населением. Частоты «нуле-

**Таблица**  
Распределение частот генотипов и аллелей системы биотрансформации ксенобиотиков GSTM1 и GSTT1 у населения Горной Шории и г. Новокузнецка

**Table**  
Frequency distribution of the genotypes and alleles of the system xenobiotics biotransformation GSTM1 and GSTT1 in the population of Gornaya Shoria and Novokuznetsk

Этносы	GSTM1			GSTT1			GSTM1 (-) / GSTT1 (+)			
	Частота		Численность выборки	Частота		Численность выборки	Частота	Численность выборки		
	+	-		+	-					
Шорцы Горной Шории	0,768	0,232	233	0,481	0,743	0,257	257	0,507	0,045	221
Метисы (шорцы + европеоиды)	0,733	0,267	30	0,516	0,656	0,344	32	0,586	0,167	30
Европейское население Горной Шории	0,554	0,446	56	0,668	0,589	0,411	56	0,641	0,179	56
Население г. Новокузнецка	0,498	0,503	408	0,709	0,551	0,449	401	0,671	-	-

### Сведения об авторах:

ЛУЗИНА Фаина Анисимовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник, лаборатория популяционной генетики, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: luzina45@mail.ru

ДОРОШИЛОВА Анастасия Викторовна, врач-рентгенолог, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: nancy8@mail.ru

СМИРНОВ Владимир Юрьевич, соискатель, ФГБУН Ордена Дружбы народов ИЭА РАН, г. Москва, Россия. E-mail: smirnov\_vol@mail.ru

КАЗИЦКАЯ Анастасия Сергеевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник, лаборатория популяционной генетики, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: anastasiya\_kazitskaya@mail.ru

ГУЛЯЕВА Ольга Николаевна, ст. науч. сотрудник, лаборатория популяционной генетики, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия.

ЯДЫКИНА Татьяна Константиновна, канд. биол. наук, ведущий науч. сотрудник, лаборатория популяционной генетики, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия.

КОЛБАСКО Анатолий Владимирович, доктор мед. наук, профессор, ректор, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: postmastergiduv@rambler.ru

вых» генотипов у шорцев статистически значимо ниже, чем у пришлого европеоидного населения: GSTM1 0/0 у шорцев – 0,232, европеоидов – 0,446,  $\chi^2 = 9,42$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,002$ ; GSTT1 0/0 – 0,257 и 0,411,  $\chi^2 = 4,62$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,032$ . Сочетание двойных «функционально ослабленных генотипов» GSTM1 0/0 / GSTT1 0/0 у шорцев составляет всего лишь 0,045. Сравнение частоты встречаемости полиморфных вариантов генов GSTM1 и GSTT1 у европеоидного населения Горной Шории и у всего населения Новокузнецка статистически значимых различий не выявило (GSTM1:  $\chi^2 = 0,414$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,520$ ; GSTT1:  $\chi^2 = 0,156$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,692$ ).

Наши данные по частоте делеционных генотипов GSTM1 0/0 и GSTT1 0/0 у европеоидного населения Горной Шории согласуются с данными литературы по русскому населению Сибири [13].

Метисы (шорско-европеоидные) как по GSTM1, так и по GSTT1 занимают промежуточное положение (0,267 и 0,344 соответственно).

Таким образом, полиморфизм генов GSTM1, GSTT1 оказался высокоинформативным в дифференциации монголоидного и европеоидного населения, что имеет принципиальное значение в решении вопросов его адаптации к конкретным условиям среды обитания.

Мутантные варианты генов биотрансформации ксенобиотиков GSTM1 и GSTT1 вовлечены в процессы канцерогенеза и встречаются в популяциях человека с разной частотой [1, 14].

Частота «нулевых» генотипов у шорцев снижена по сравнению с европеоидным населением, в связи с этим можно предположить, что у них должны быть отличия и в показателях смертности от ЗНО.

Нами было проведено исследование смертности от ЗНО у шорцев, проживающих в Новокузнецке, и всего населения города, которое условно можно считать европеоидным (по итогам Всероссийской переписи населения 2010 года более 90 % его жителей – это лица европейского происхождения).

Анализ структуры причин смерти коренного населения проведен на основе материалов книг регистрации актов о смерти архива ЗАГСа г. Новокузнецка за 1990–1999 гг.

За анализируемый период в г. Новокузнецке умерли 316 шорцев, из них 20 человек – от ЗНО. В струк-

туре смертности от всех причин ЗНО у шорцев занимают четвертое место (6,3 %) после классов: болезни системы кровообращения (36,1 %), травмы, отравления и некоторые другие последствий воздействия внешних причин (32,0 %) и болезни органов дыхания (12,3 %) (рис. 1). Четвертое ранговое место ЗНО занимали у шорцев и в предшествующие два десятилетия (1970–1979 гг. – 7,2 %; 1980–1989 гг. – 10,9 %).

В общей структуре основных классов причин смерти в Новокузнецке «Новообразования» на 1995 г. занимали 3-е ранговое место (11,7 %), после класса болезней системы кровообращения (43,8 %), несчастных случаев отравлений и травм (21,1 %) (рис. 2).

В последующие годы смертность населения Новокузнецка от онкопатологии увеличивалась, и с 2010 года ЗНО в структуре смертности по причинам заняли 2-е место (15,4 %), как и в целом в России, опередив травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин.

Отмечены этнические различия и в структуре смертности по основным локализациям ЗНО. В Новокузнецке превалирует смертность от ЗНО органов дыхания, а у шорцев наибольший удельный вес составляют ЗНО органов пищеварения (С15–С26) – 54,3 %, органов дыхания и грудной клетки (С30–С39) – 12,9 % и женских половых органов (С51–С58) – 11,4 %.

Анализ полученных данных позволяет констатировать влияние этнического фактора на смертность от ЗНО и ее структуру у коренного шорского и пришлого населения Кузбасса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлена этническая специфика в смертности населения г. Новокузнецка от онкологических заболеваний. Среди причин смерти у лиц коренной национальности обоих полов превалирует рак желудка и пищевода (32 %), на втором месте у мужчин – рак органов дыхания (28,6 %), у женщин – рак шейки и тела матки (19,0 %).

В одинаковых экологических условиях городской среды у шорцев злокачественные новообразования в общей структуре причин смерти в 90-е годы занимали четвертое ранговое место (6,3 %), у всего населения города – третье (11,7 %). С 2010 года у населения г. Но-

### Information about authors:

LUZINA Faina Anisimovna, Candidate of Biological Sciences, senior research associate, the laboratory of population genetics, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: luzina45@mail.ru

DOROSHILOVA Anastasiya Victorovna, radiologist, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: nancy8@mail.ru

SMIRNOV Vladimir Yuryevich, applicant, Institute of Ethnology and Anthropology of N.N. Miklouho-Maklay of RAS, Moscow, Russia. E-mail: smirnov\_vol@mail.ru

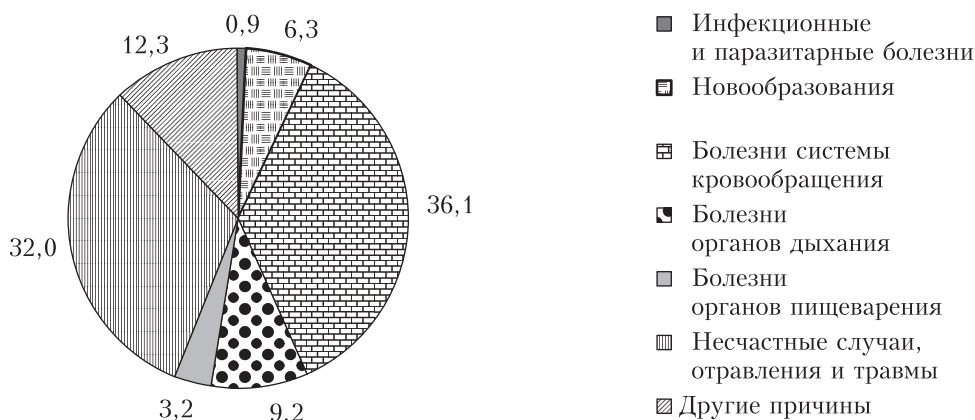
KAZITSKAYA Anastasiya Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, senior research associate, the laboratory of population genetics, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: anastasiya\_kazitskaya@mail.ru

GULYAEVA Olga Nikolaevna, senior research associate, the laboratory of population genetics, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.

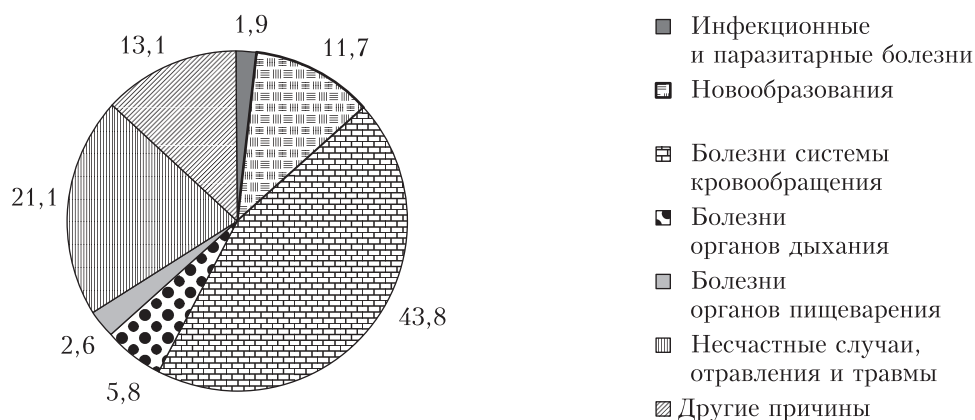
YADYKINA Tatyana Konstantinovna, Candidate of Biological Sciences, leading research associate, the laboratory of population genetics, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.

KOLBASKO Anatoly Vladimirovich, MD, Professor, Rector, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Novokuznetsk, Russia. E-mail: postmastergiduv@rambler.ru

**Рисунок 1**  
**Смертность по основным классам причин смерти у шорцев г. Новокузнецка, 1990–1999 гг.**  
**Figure 1**  
**Mortality rate by the main classes of death causes in the Shorians of Novokuznetsk, 1990–1999**



**Рисунок 2**  
**Смертность по основным классам причин смерти населения г. Новокузнецка на 1995 г.**  
**Figure 2**  
**Mortality rate by main classes of death causes in the population of Novokuznetsk for 1995**



вокузнецка ЗНО становятся второй по распространенности причиной смерти (2010 г. – 15,4 %, 2015 г. – 18,6 %) после болезней системы кровообращения.

На популяционном уровне частоты «нулевых» генотипов и их сочетаний у шорцев статистически значимо ниже, чем у европеоидного населения. Известно, что гены ферментов метаболизма ксенобиотиков задействованы в процессах канцерогенеза.

«Нулевые» генотипы GSTM1 0/0 и GSTT1 0/0 могут рассматриваться в качестве маркеров риска развития онкологических заболеваний. Более низкая смер-

тность от ЗНО у коренного шорского населения, по сравнению с населением г. Новокузнецка, вероятно, обусловлена, наряду с другими причинами, и полиморфизмом генов глутатион-S-трансфераз M1 и T1.

Этно-популяционный уровень анализа полиморфизма генов биотрансформации ксенобиотиков (GSTM1, GSTT1) позволял спрогнозировать особенности смертности от ЗНО у коренного шорского населения, кроме того, названные полиморфизмы имеют большое значение в контексте персонифицированной медицины.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Genetic passport is the basis of individual and predictive medicine. Baranov VS, editor. St. Petersburg: N-L Publ., 2009. 528 p. Russian (Генетический паспорт – основа индивидуальной и предиктивной медицины /под ред. В.С. Баранова. СПб.: Изд-во Н-Л, 2009. 528 с.)
2. Gulyaeva LF, Vavilin VA, Lyakhovich VV. Enzymes of xenobiotics biotransformation in chemical carcinogenesis. *Ecology. A series of analytical reviews of world literature.* 2000; (57): 1-85. Russian (Гуляева Л.Ф., Вавилин В.А., Ляхович В.В. Ферменты биотрансформации ксенобиотиков в химическом канцерогенезе //Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 2000. №. 57. С. 1-85.)
3. Ivanov VP, Polonikov AV, Khoroshaya IV, Solodilova MA, Belugin DA. Polymorphism of the genes of the enzymes of the system of xenobiotics biotransformation in humans and its importance for ecological genetics. In: *The materials of the International scientific conference «Ecology, Environment*



- and Health of the Population of the Central Chernozem Region». Kursk, 2005. P. 211-213. Russian (Иванов В.П., Полоников А.В., Хорошая И.В., Солодилова М.А., Белугин Д.А. Полиморфизм генов ферментов системы биотрансформации ксенобиотиков у человека и его значение для экологической генетики //Матер. Междунар. науч. конф. «Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья». Курск, 2005. С. 211-213.)
4. Spitsyn VA. Ecological human genetics. Moscow: Science Publ., 2008. 503 p. Russian (Спицын В.А. Экологическая генетика человека. М.: Наука, 2008. 503 с.)
  5. World Health Organization. Information bulletin. Cancer. February 2017. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/ru/> (accessed 01.09.2017). Russian (ВОЗ. Информационный бюллетень. Рак. Февраль 2017 г. Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/ru/> (дата обращения: 01.09.2017).)
  6. Larin SA, Brailovsky VV, Mun SA, Eremina NA, Glushkov AN. A new approach to assessing oncologic disease incidence in the region on the example of Kuzbass. *Medicine in Kuzbass*. 2002; (1): 41-44. Russian (Ларин С.А., Браиловский В.В., Мун С.А., Еремина Н.А., Глушков А.Н. Новый подход к оценке онкологической заболеваемости в регионе на примере Кузбасса //Медицина в Кузбассе. 2002. № 1. С. 41-44.)
  7. Kolyado VB. Losses of the population health from exposure to radioactive fallout during nuclear tests (retrospective medical and demographic diagnosis and evaluation). Barnaul, 1998. 234 p. Russian (Колядо В.Б. Потери здоровья населения от облучения радиоактивными осадками при ядерных испытаниях (ретроспективная медико-демографическая диагностика и оценка). Барнаул, 1998. 234 с.)
  8. Malignant neoplasms in Russia in 2015 (morbidity and mortality). Caprin AD, Starinsky VV, Petrova GV, editors. Moscow, 2017. 250 p. Russian (Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) /под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М., 2017. 250 с.)
  9. Chechenin GI. Habitat, health of the population of Novokuznetsk in 2006-2007. Novokuznetsk, 2008. 375 p. Russian (Чеченин Г.И. Среда обитания, состояние здоровья населения г. Новокузнецка в 2006-2007 гг. Новокузнецк, 2008. 375 с.)
  10. Pisareva LF, Boyarkina AP, Hubert EA, Pyzhova IB, Kovaleva EV, Nedavnyaya IO et al. Epidemiology of malignant neoplasms in the indigenous and alien populations of the region of Siberia and the Far East. In: *Socio-clinical problems of oncology: the materials of the scientific and practical conference*. Kemerovo, 2001. p. 9-10. Russian (Писарева Л.Ф., Бояркина А.П., Губерт Э.А., Пыжова И.Б., Ковалева Е.В., Недавняя И.О. и др. Эпидемиология злокачественных новообразований у коренного и пришлого населения региона Сибири и Дальнего Востока //Социально-клинические проблемы онкологии: матер. науч.-практ. конф. Кемерово, 2001. С. 9-10.)
  11. Troisi R, Ganmaa D, dos Santos Silva I, Davaalkham D, Rosenberg PS, Rich-Edwards J et al. The role of hormones in the differences in the incidence of breast cancer between Mongolia and the United Kingdom. *PLoS One*. 2014; 9(12): 1-13.
  12. Luzina FA, Doroshilova AV, Zakharenkov VV, Kolbasko AV, Gafarov NI. Analysis of the genetic and demographic structure of the indigenous peoples of Southern Siberia. *Complex problems of cardiovascular diseases*. 2014; (3): 60. Russian (Лузина Ф.А., Дорошилова А.В., Захаренков В.В., Колбаско А.В., Гафаров Н.И. Анализ генетико-демографической структуры коренных народов Южной Сибири //Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2014. № 3. С. 60.)
  13. Korchagina RP, Osipova LP, Vavilova NA, Ermolenko NA, Voronina EN, Filipenko ML. Polymorphism of genes for xenobiotic biotransformation, GSTM1, GSTT1, CYP2D6, candidate markers of cancer risk, in indigenous peoples and Russians in Northern Siberia. *Vavilovsky Journal of Genetics and Selection*. 2011; 15 (3): 448-461. Russian (Корчагина Р.П., Осипова Л.П., Вавилова Н.А., Ермоленко Н.А., Воронина Е.Н., Филипенко М.Л. Полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков GSTM1, GSTT1, CYP2D6, вероятных маркеров риска онкологических заболеваний, в популяциях коренных этносов и русских Северной Сибири //Вавиловский журнал генетики и селекции. 2011. Т. 15, № 3. С. 448-461.)
  14. Khudoley VV. Genes and enzymes of metabolic activation of xenobiotics in chemical carcinogenesis. *Ecological genetics*. 2003; 1(5): 30-35. Russian (Худолей В.В. Гены и ферменты метаболической активации ксенобиотиков в химическом канцерогенезе //Экологическая генетика. 2003. Т. 1, № 5. С. 30-35.)

