

УДК 159.9.072.59, 159.9.078, 57.087

**Применение аппаратно-программного комплекса  
автоматизированных исследований информативных  
морфогенетических вариантов в практике медико-генетического  
консультирования.**

**The hardware-software system using for automated researches of  
informative morphogenetic variants in the practice of medical and  
genetic counseling.**

Гоголина Н.С. Спиридонов И.Н.

Gogulina N.S., Spiridonov I.N.

Аннотация

Показана актуальность применения аппаратно-программного комплекса автоматизированных исследований информативных морфогенетических вариантов в практике медико-генетического консультирования. Исследована эффективность разработанного аппаратно-программного комплекса для регистрации и анализа дерматоглифических данных.

The topicality of the hardware- software system using for automated researches of informative morphogenetic variants in the practice of medical and genetic counseling is shown. The efficiency of the developed hardware-software system for recording and analyzing dermatoglyphic data is researched.

Ключевые слова: информативные морфогенетические варианты, дерматоглифические исследования отпечатков пальцев, медико-генетическое консультирование, автоматическая обработка изображений, специальное программное обеспечение, аппаратно-программный комплекс.

Keywords: informative morphogenetic variants, dermatoglyphic researches of fingerprints, medical and genetic counseling, automatic image processing, special software, hardware-software system.

## **Реферат (Краткое содержание)**

Медико-генетическое консультирование осуществляется с целью прогнозирования возможных наследственных заболеваний (проспективное консультирование), а также для постановки диагноза уже родившегося ребенка (ретроспективное консультирование).

Наследственные заболевания, оказывающие воздействие на деятельность мозга, достоверно диагностируются по изменениям дерматоглифических признаков, что объясняется общностью происхождения гребешковой кожи и нервной системы человека.

В статье исследуется эффективность разработанного аппаратно-программного комплекса для проведения дерматоглифических исследований в практике медико-генетического консультирования.

Вероятность правильной классификации типов узоров составляет от 93 до 99 %, вероятность правильной классификации ориентации узоров составляет от 95 до 98 %, что превосходит вероятности визуального распознавания пальцевых узоров и подтверждает эффективность разработанных моделей и алгоритмов.

Отклонение значения гребневого счета от правильного при использовании аппаратно-программного комплекса на сформированной выборке составляет не более 10%, тогда как при ручном методе подсчета ошибка достигает 20%.

Таким образом, показана эффективность применения комплекса для регистрации, распознавания, идентификации, хранения и обработки дерматоглифических данных. Указаны перспективы применения комплекса

автоматизированных исследований информативных морфогенетических вариантов в практике медико-генетического консультирования.

Medical and genetic counseling is carried out to predict the possible hereditary diseases (prospective counseling), as well as the diagnosis already born baby (retrospective counseling).

Hereditary diseases affecting the brain activity reliably diagnosed by changes dermatoglyphic signs due to a common origin ridge skin and nervous system.

This article examines the effectiveness of the developed hardware-software system for dermatoglyphic research in practice of medical and genetic counseling.

The probability of correct classification of patterns types ranging from 93 to 99%, the probability of correct classification of the patterns orientation ranging from 95 to 98%, which exceeds the probability of visual recognition of finger patterns and confirms the effectiveness of the developed models and algorithms.

Deviation of the correct ridge count  $y$  hardware-software system using on the sample is not more than 10%, whereas the manual method of counting error is 20%.

Thus we have shown the efficacy of the complex for registration, recognition, identification, storage and processing dermatoglyphic data. The prospects of automated system for research of informative morphogenetic variants using in the practice of medical and genetic counseling are indicated.

## **Введение**

Медико-генетическое консультирование осуществляется с целью прогнозирования возможных наследственных заболеваний (проспективное консультирование), а также для постановки диагноза уже родившегося ребенка (ретроспективное консультирование).

Часто особенности характера такие, как, конфликтность, низкая коммуникабельность, слабая координированность могут быть приняты за проявления наследственного заболевания, т.к. часто эти особенности являются

предпосылками начала заболевания или маскируют влияние заболевания на психику[14].

Метод дерматоглифических исследования позволяет достоверно выявлять такие заболевания как:

- Синдром Шершевского- Тернера  $XO, XXYY$ ;
- Синдром Клайнфельтера  $XXY$ ;
- Синдром Патау  $13+$ ;
- Синдром Эдвардса  $18+$  ;
- Синдром Дауна  $21+, 4p+, 4p-, 4q-, 5p-, 5q-, 18p-, 18q-$ ;
- Пороки сердца;
- Синдактилии;
- Поликистоз почек;

Нарушения генотипа человека вызывают изменения в реализации как генов гребешковой кожи, так и генов типов узора, и следствием этого процесса являются изменения в дерматоглифическом фенотипе. Такие изменения обнаружены при хромосомных заболеваниях, врожденных пороках развития, нарушениях обмена веществ[2-13].

Наследственные заболевания, оказывающие воздействие на деятельность мозга, достоверно диагностируются по изменениям дерматоглифических признаков, что объясняется общностью происхождения гребешковой кожи и нервной системы человека[16,17,20,21].

При генетическом консультировании, если фенотипические проявления заболевания не позволяют поставить диагноз, требуется сложное ресурсоемкое исследование, включающее разные виды анализа:

- генеалогический;
- цитогенетический метод;
- биохимический метод;
- молекулярно-генетические методы.

Дерматоглифический метод также находит применение в медико-генетическом консультировании, однако визуальные исследования

папиллярных узоров обладают рядом недостатков, таких как субъективность визуальной классификации типов узоров, требование высокой квалификации врача при определении комплекса дерматоглифических параметров, большое число рутинных операций при регистрации изображений папиллярных узоров отпечатков пальцев и ладоней, высокая погрешность измерения ладонных углов, которая составляет более 10%, высокая погрешность определения гребневого счета – более 5% [15].

Статья содержит материалы разработки и исследования макета аппаратно-программного комплекса автоматизированных исследований информативных морфогенетических вариантов, применение которого позволяет автоматизировать и повысить качество проводимого анализа[1,18.19].

### **Исследования эффективности применения АПК**

Регистрация отпечатков пальцев и ладоней осуществляется при помощи специальных биометрических сканеров и позволяет полностью отказаться от применения краскового метода, что позволяет увеличить качество получаемых отпечатков, сократить время регистрации, облегчить работу специалиста.

Таблица 1 – Преимущества цифровой регистрации

		Цифровая регистрация	Красковый метод
Результат	Время регистрации, мин	2	15
	Возможность корректировать полученный отпечаток	+	–
	Отсутствие необходимости в дополнительных операциях для хранения информации в цифровом виде	+	–
	Возможность наблюдения увеличенного отпечатка в процессе регистрации	+	–

Оценка вероятностей правильной классификации пальцевых узоров производилась на выборке объемом 475 изображений каждого типа: дуговые,

петлевые, завитковые и сложные, результаты экспериментального определения вероятностей классификации ТУ и ПУ на сформированной выборке приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Вероятности правильной и ошибочной классификации типов узоров

ТУ/ПУ	Дуговые узоры <i>A</i>	Петлевые узоры <i>L</i>	Завитковые узоры <i>W</i>	Сложные узоры <i>C</i>	
Результат классификац	<i>A</i>	0,94	0,02	0,00	0,00
	<i>L</i>	0,06	0,97	0,00	0,00
	<i>W</i>	0,00	0,01	0,99	0,07
	<i>C</i>	0,00	0,00	0,01	0,93

Таблица 3 – Вероятности правильной и ошибочной классификации подтипов узоров

ТУ/ПУ	Дуговые узоры			Петлевые узоры			Завитковые узоры				Сложные узоры <i>C</i>	
	<i>Ac</i>	<i>At</i>	<i>Al</i>	<i>Lc</i>	<i>Lh</i>	<i>Lw</i>	<i>Wc</i>	<i>Wh</i>	<i>Ws</i>	<i>WL2</i>		
Результат классификации	<i>Ac</i>	0,90	0,0	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>At</i>	0,04	0,92	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Al</i>	0,04	0,00	0,91	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Lc</i>	0,02	0,04	0,04	0,92	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Lh</i>	0,00	0,04	0,00	0,04	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Lw</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Wc</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,94	0,00	0,03	0,00	0,04
	<i>Wh</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,94	0,00	0,00	0,00
	<i>Ws</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,94	0,06	0,04
	<i>WL2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,94	0,00
<i>C</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,92	

Вероятность правильной классификации типов узоров составляет от 93 до 99 %, вероятность правильной классификации ориентации узоров составляет от 95 до 98 %, что превосходит вероятности визуального распознавания пальцевых узоров и подтверждает эффективность разработанных моделей и алгоритмов.

Оценка правильного определения гребневого счета пальцевых узоров производилась на той же выборке. Отклонение значения гребневого счета от

правильного при использовании аппаратно-программного комплекса на сформированной выборке составляет не более 10%, тогда как при ручном методе подсчета ошибка достигает 20%. При улучшении качества получаемых отпечатков точность определения гребневого счета значительно повышается.

Макет аппаратно-программного комплекса автоматизированных исследований информативных морфогенетических вариантов позволяет хранить полученные отпечатки и данные исследования в базе данных, которая может быть использована для статистических исследований и разработки критериев диагностики наследственных заболеваний.

Аппаратно-программный комплекс обеспечивает вывод дактилоскопической карты и результатов дерматоглифических исследований.

### **Заключение**

Применение аппаратно-программного комплекса автоматизированных исследований информативных морфогенетических вариантов при проведении медико-генетического консультирования позволяет значительно повысить точность дерматоглифических исследований, упростить процедуру первоначальной постановки диагноза за счет автоматизации процесса обработки дерматоглифических данных:

- регистрации дерматоглифических данных;
- определения параметров дерматоглифических данных;
- интерпретации данных;
- статистической обработки и анализа результатов.

Благодаря использованию специализированного аппаратно-программного комплекса автоматизированных исследований гребешковой кожи в рамках медико-генетического консультирования возможно не только исследование наследственных заболеваний, но и определение черт характера, способностей, позволяющих скорректировать подходы к воспитанию, обучению на ранних этапах развития ребенка, построить образовательные траектории и выявить склонности ребенка.

Макет аппаратно-программного комплекса автоматизированных исследований информативных морфогенетических вариантов был разработан и создан при проведении НИР в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., ГК № П918 от 20 августа 2009 г.

### **Список использованных источников**

- 1 Автоматизация дерматоглифических исследований /И. В. Карасев, И. А. Аполлонова, И. Н. Спиридонов, Н. С. Гоголина //Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2003. – №11. – С.24-31.
- 2 Богданов Н. Н., Солониченко В. Г. Синдром Вильямса – модель генетически детерминированного правополушарного доминирования //Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 1995. – №8. – С.81-84.
- 3 Болдырев А.И. Начальные проявления эпилепсии у взрослых. Автореф. дисс. доктора мед. наук. -М., 1967. -32 с
- 4 Бурлай Е.В., Хрулев А.А., Спиридонов И.Н. Разработка биотехнической системы автоматизированных дерматоглифических исследований наследственной предрасположенности к шизофрении // Научно-техническая конференция «Медико-технические технологии на страже здоровья». Сборник докладов 05-12 октября 2007 г., о.Сицилия (Италия). – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – С. 75-77.
- 5 Гладкова Т. Д. Дерматоглифический метод в антропологии, антропогенетике, медицине и криминалистике. – М.: Наука, 1989. – 84с.
- 6 Гладкова Т. Д. Кожные узоры кисти и стопы обезьян и человека. – М.: Наука, 1966. – 151с.
- 7 Гусева И. С. Вопросы о наследовании гребневого счета //Вопросы антропологии. – 1973. – Вып.45. – С.67-76.
- 8 Гусева И. С. Морфогенез и генетика гребешковой кожи человека. – Минск: Беларусь, 1986. – 158с.



9 Гусева И. С., Сорокина Т. Т. Дерматоглифика как конституциональный маркер при мультифакториальной патологии //Вопросы антропологии. – 1998. – Вып.89. – С.99-111.

10 Давыдов Д.М., Маринина Г.П. Поиск генетических маркеров при мигрени и эпилепсии с различными вариантами ЭЭГ (генеалогический, дерматоглифический анализы) Краткое сообщение. ГНЦ Социальной и Судебной Психиатрии им. В.П. Сербского.

11 Двирский А. Е. Дерматоглифика ладони больных шизофренией //Журн. невропат. и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 1975. – №6. – С.891-898.

12 Делоне Н. А., Солониченко В. Г. Адаптивные фенотипы человека в физиологии и медицине //Успехи физиологических наук, 1999. – Т.30.

13 Карасев И. В., Моисеева Т. В., Спиридонов И. Н. и др. Перспективы использования информативных морфогенетических вариантов для профессионального отбора //История, современность и перспективы судебно-медицинской экспертизы в вооруженных силах Российской Федерации. Сборник трудов ЦСМЛ МО РФ к 100-летию М. И. Авдеева. – Москва, ГВКГ им. Н. Н. Бурденко, 2001 г. – С.157-160.

14 Личко А.Е. Психопатии и акцентуации характера у подростков. Л.: Медицина. 1983. 256 С.

15 Спиридонов И.Н. Методы автоматизированной морфометрии медико-биологических изображений //Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2003. – №11. – С.3-13.

16 Спиридонов И. Н., Жаров В. П. Костюк А. В. Система формирования и обработки изображений для дерматоглифических исследований в целях функциональной диагностики //Оптическое изображение и регистрирующие среды: Тез. докл. II Всесоюзн. НТК. – Л., 1990. – С.108.

17 Спиридонов И. Н., Фадеев Ю. А., Карасев И. В. Автоматизированная оценка дерматоглифических показателей функционального статуса для профессионального отбора //Актуальные проблемы экстремальной медицины. Современные технологии оценки и

коррекции боеспособности военнослужащих в экстремальных условиях деятельности: Сб. научных трудов. – М., 2002. – Вып.3. – С.49-50.

18 Хрулев А. А. Разработка автоматизированной системы для дерматоглифических исследований //Сб. докл. федеральной итоговой НТК творческой молодежи России по естественным, техническим и гуманитарным наукам – М., 2003. – С.105-107.

19 Хрулев А. А., Аполлонова И. А., Спиридонов И. Н. Автоматизированная обработка дерматоглифических изображений на аппаратно-программном комплексе «Малахит» //Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. –2004. – №10. – С.50-54.

20 Чистикин А. Н., Чистикина Е. А. Профессиональный отбор по признакам дерматоглифики //Науч. шел. высш. шк. Материалы итоговой НИК. – Тюмень, 1995. – С.183-185.

21 Чистикин А. Н., Яровенко В. В. Применение дерматоглифики в медицине и криминалистике. – Тюмень: ТВШ МВД РФ, 1994. – 54с.