

УДК 636.4.081/082

UDC 636.4.081/082

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ ГЕНОТИПА СВИНЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННЫХ О ПРЕДКАХ**

**APPLICATION OF THE APPLIED SOFTWARE IN SELECTION OF ANIMALS**

Третьякова Ольга Леонидовна  
д. с.-х. н., доцент

TretyakovaOlga Leonidovna  
Dr.Sci.Agr., associate professor

Костылев Эдуард Викторович  
к. с.-х. н., доцент

KostylevEdwardViktorovich  
Cand.Agr.Sci., senior lecturer

Гетманцева Любовь Владимировна  
к. с.-х. н., ст. преподаватель

GetmantsevaLyubovVladimirovna  
Cand.Agr.Sci., senior lecturer

Широкова Надежда Васильевна  
к. биол. н., научный сотрудник

ShirokovaNadegdaVasilevna  
Cand.Biol.Sci.  
researcher

*Донской государственный аграрный университет,  
Персиановский, Россия*

*Don State Agrarian University, Persianovski, Russia*

На основании установления селекционно-генетических параметров существующих признаков отбора и определения коэффициентов пути разработаны алгоритмы оценки генотипа, позволяющие в несколько раз повысить ее точность

The algorithms of estimating breeding value, allowing increasing its accuracy several times are developed on the basis of establishment of the selection characteristics of existing selection criteria and the definition of the coefficient

Ключевые слова: МЕТОДЫ ОТБОРА, ГЕНОТИП, ПЛЕМЕННАЯ ЦЕННОСТЬ, СВИНЬИ

Keywords: METHODS OF SELECTION, GENOTYPE, BREEDING VALUE, PIGS

В связи с развитием информационных технологий профессором Михайловым Н.В. предложено пересмотреть традиционные методы селекции сельскохозяйственных животных и адаптировать математические методы для определения племенной ценности[1,2,3,4,12]. Используя информационные технологии, ученые-селекционеры запада предложили новые селекционные программы, которые позволили вывести специализированные линии животных с выдающимися показателями продуктивности. Одним из таких методов является метод BLUP, который в РФ уже начал внедряться в скотоводстве[3,9,10]. В свиноводстве эти исследования практически не начаты, а оценка генотипа базируется исключительно на показателях собственной продуктивности [1,2,5,7]. Для правильного понимания генетико-математических основ различных методов отбора важно представление о генотипе, как о норме реакции организма на условия внешней среды. Фенотип животных не идентичен их

генотипу и фенотипическое сходство не гарантирует сходства генотипического. Следовательно, одной из важнейших целей селекции является получение представления о племенной ценности пробанда по фенотипу его родственников [3,6].

Для этого нами проведена оценка генотипа пробанда, которую выражали в вероятном генотипическом отклонении, ошибку вероятного генотипического отклонения определяли по формуле:

$$\sigma_{X_1} = \sigma_{\gamma} \cdot \sqrt{1 - R^2},$$

где  $\sigma_{\gamma} = \sigma_{\varphi} \cdot h$ ;  $\sigma_{\gamma}$  - сигма генотипическая;  $\sigma_{\varphi}$  - сигма фенотипическая;

$R^2$  – коэффициент множественной корреляции.

Точность оценки выражали как отношение среднего вероятного генотипического отклонения к его ошибке:

$$tx_1 = \frac{X_1}{\sigma_{X_1}},$$

где  $X_1$  – вероятное генотипическое отклонение особи;

$\sigma_{X_1}$  – ошибка вероятного генотипического отклонения особи.

Достоверность оценки тем выше, чем больше величина генотипического отклонения и чем ниже величина ошибки. Величина генотипического отклонения зависит от коэффициента регрессии ( $\beta h$ ) и величины ( $SD$ ) селекционного дифференциала. Генотипическое отклонение ( $X_1$ ) равно произведению  $SD \cdot \beta h$ . Таким образом, чем выше интенсивность отбора, следовательно,  $SD$ , тем выше достоверность оценки ( $t$ ), так как величина ошибки остается неизменной [2,5].

Для каждого вида сельскохозяйственных животных, учитывая специфику учета, природу оцениваемого признака и коэффициент размножения, возможны свои наиболее оптимальные комбинации оценки. Племенные качества животных еще не достигших того возраста, при котором можно измерить их продуктивность, а также животных того пола, которому эта продуктивность не свойственна, можно оценить лишь по

данным о фенотипе ближайших родственников особи – ближайших предков и побочных родственников, с одной стороны, и потомков, с другой [1,2,3,6]. Результаты оценки по родословной, а также степень точности оценки, в первую очередь зависят от числа и степени близости родства предков, фенотип которых принимается во внимание при оценке особи. Из родословной особи могут быть известными и иметь значение данные о продуктивности либо только один из них, либо оба родителя, либо один или два родителя и от одного до четырех дедов и бабок и так далее. Наиболее точное представление о генотипе оцениваемой особи можно получить, если привлекать к оценке все имеющиеся данные о продуктивности предков. Величина ошибки при этом высока, но величина вероятного генотипического отклонения при значениях  $h^2 \geq 0,6$  превышает величину ошибки (табл. 1).

Таблица 1. Генетико-математические показатели оценки генотипа пробанда при его оценке по продуктивности всех предков первого и второго порядка (O+M+OO+OM+MO+MM) при интенсивности отбора 30% (+1,16 $\sigma_\phi$ )

Показатель	$h^2$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\beta h^2 O$	0,048	0,092	0,134	0,174	0,214	0,256	0,301	0,353	0,416	0,500
$\beta h^2 M$	0,048	0,092	0,134	0,174	0,214	0,256	0,301	0,353	0,416	0,500
$\beta h^2 OO$	0,023	0,041	0,055	0,065	0,071	0,073	0,070	0,059	0,038	0,000
$\beta h^2 OM$	0,023	0,041	0,055	0,065	0,071	0,073	0,070	0,059	0,038	0,000
$\beta h^2 MO$	0,023	0,041	0,055	0,065	0,071	0,073	0,070	0,059	0,038	0,000
$\beta h^2 MM$	0,023	0,041	0,055	0,065	0,071	0,073	0,070	0,059	0,038	0,000
Сумма $\beta h^2$	0,186	0,347	0,487	0,609	0,714	0,805	0,881	0,941	0,983	1,000
$X\gamma$	0,216	0,402	0,565	0,706	0,829	0,934	1,022	1,092	1,141	1,160
$\sigma x\gamma$	0,964	0,931	0,901	0,872	0,845	0,819	0,793	0,767	0,739	0,707
$t_{x\gamma}$	0,224	0,432	0,627	0,809	0,980	1,140	1,288	1,423	1,543	1,640
k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	0,216	0,402	0,565	0,706	0,829	0,934	1,022	1,092	1,141	1,160

Однако достоверность не превышает порога 2,0 даже при высоких коэффициентах наследуемости. Получить статистически достоверные результаты можно только при высоком селекционном дифференциале

( $\sigma_{\varphi} \geq 1,55$ ) при интенсивности отбора 15% и только для признаков с высокой наследуемостью ( $h^2 > 0,5$ ).

Анализируя данные о величине вероятного генотипического отклонения особи по предкам первого и второго поколения, следует отметить характерную особенность – с увеличением наследуемости признака вес родителей в общей структуре оценки увеличивается нелинейно и достигает 100% (50+50%), при этом доля предков второго ряда снижается до 0 (рис. 1).

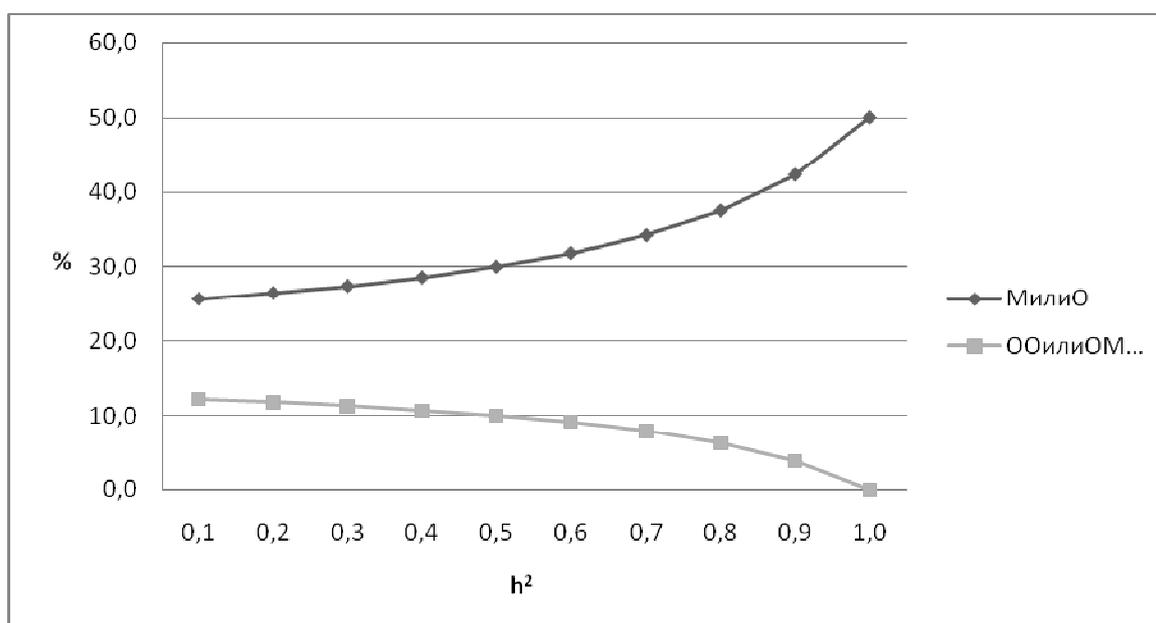


Рис. 1. Селекционный вес информации о продуктивности предков (%) в общей структуре оценки племенной ценности пробанда в зависимости от величины наследуемости

Генетико-математический анализ моделей оценки генотипа пробанда по изученным выше различным критериям отбора, их комбинациям и интенсивности, свидетельствуют, что эффективность селекции по происхождению невысокая. Это обуславливается высокой ошибкой оценки даже для признаков с высокой наследуемостью. Однако информация о продуктивности предков может расширить представление о племенной ценности пробанда при отборе по комбинациям предков. Значительную

пользу она может дать и для оценки животных, которые сами могут быть оценены по фенотипу. В этом случае это будет оценка по фенотипу пробанда и родословной.

При таком варианте оценки пробанда привлечение информации о предках незначительно снижает ошибку оценки, а информация о выдающихся предках, имеющих высокую продуктивность, повышает величину оценки (вероятного генотипического отклонения) животного[8,11].

Привлечение информации предков к оценке фенотипа пробанда может значительно расширить границы ее достоверности, причем увеличение точности оценки в основном происходит при низких значениях коэффициента наследуемости признаков  $h^2$ . При высоких коэффициентах наследуемости, дополнительные источники информации не дают существенного повышения точности оценки генотипа по сравнению с оценкой только по собственной продуктивности (табл.2).

Табл. 2. Генетико-математические показатели оценки генотипа пробанда при его оценке по собственной продуктивности и продуктивности родителей (P+M + O) при интенсивности отбора 30% (+1,16 $\sigma_\phi$ )

Показатель	$h^2$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\beta h^2 P$	0,095	0,184	0,267	0,348	0,429	0,512	0,603	0,706	0,832	1,000
$\beta h^2 O$	0,045	0,082	0,110	0,130	0,143	0,146	0,139	0,118	0,076	0,000
$\beta h^2 M$	0,045	0,082	0,110	0,130	0,143	0,146	0,139	0,118	0,076	0,000
Сумма $\beta h^2$	0,186	0,347	0,487	0,609	0,714	0,805	0,881	0,941	0,983	1,000
$X\gamma$	0,216	0,402	0,565	0,706	0,829	0,934	1,022	1,092	1,141	1,160
$\sigma_{X\gamma}$	0,927	0,857	0,789	0,722	0,655	0,584	0,508	0,420	0,304	0,000
$tX\gamma$	0,233	0,470	0,716	0,978	1,266	1,598	2,010	2,599	3,751	-
$k$	-	-	-	-	-	-	-	7	5	1
E	0,216	0,402	0,565	0,706	0,829	0,934	1,022	1,092	1,141	1,160

При этом методе определения племенной ценности пробанда установлена та же зависимость, что и при отборе по собственной

продуктивности и продуктивности одного из родителей. С увеличением величины  $h^2$  влияние информации о предках на достоверность оценки снижается, а собственной продуктивности увеличивается (рис. 2).

Для повышения достоверности оценки генотипа животного по собственной продуктивности может быть привлечена информация предков второго поколения.

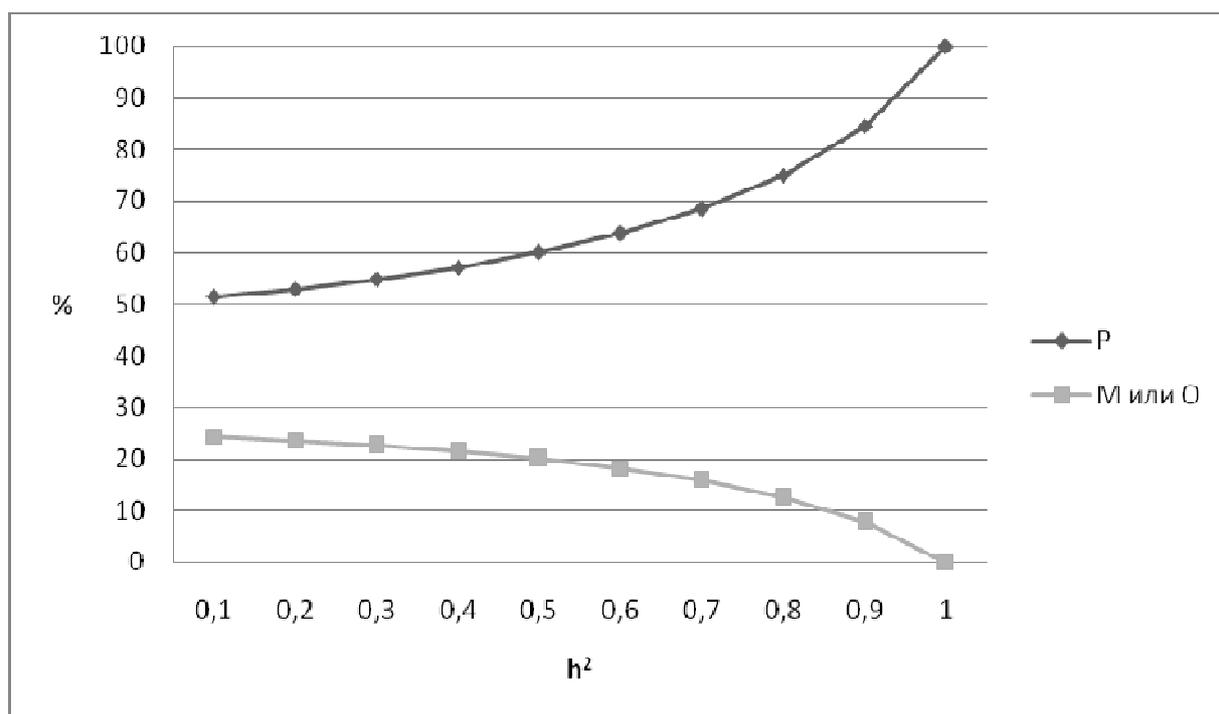


Рис. 2. Селекционный вес информации о собственной продуктивности и продуктивности предков (%) в общей структуре оценки племенной ценности пробанда в зависимости от величины наследуемости при оценке по методу P+M+O

В таблице 3 показано вероятное генотипическое отклонение особи ( $X\gamma$ ) и его ошибка при отклонении в  $+1,16\sigma\phi$  (интенсивность отбора 30%) при оценке генотипа по методу P+M+MM+MO.

Табл. 3. Генетико-математические показатели оценки генотипа пробанда при его оценке по собственной продуктивности и продуктивности предков по материнской (отцовской) части родословной (P+M+MM+MO) при интенсивности отбора 30% (+1,16σφ)

Показатель	h <sup>2</sup>									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
βh <sup>2</sup> P	0,103	0,210	0,322	0,438	0,556	0,673	0,783	0,881	0,956	1,000
βh <sup>2</sup> M	0,047	0,087	0,119	0,142	0,155	0,156	0,142	0,112	0,065	0,000
βh <sup>2</sup> MM	0,024	0,046	0,064	0,079	0,089	0,092	0,086	0,070	0,042	0,000
βh <sup>2</sup> MO	0,024	0,045	0,063	0,076	0,083	0,083	0,076	0,059	0,033	0,000
Сумма βh <sup>2</sup>	0,197	0,388	0,569	0,736	0,883	1,004	1,087	1,122	1,096	1,000
Xγ	0,229	0,450	0,660	0,853	1,025	1,165	1,261	1,302	1,272	1,160
σx <sub>γ</sub>	0,929	0,852	0,769	0,678	0,578	0,468	0,347	0,212	0,043	0,000
tXγ	0,246	0,528	0,858	1,259	1,773	2,488	3,638	6,144	29,312	-
k	-	-	-	-	-	8	5	4	3	1
E	0,229	0,450	0,660	0,853	1,025	1,165	1,261	1,302	1,272	1,160

При таком варианте отбора возможна достоверная оценка для признаков с коэффициентом наследуемости  $h^2 \geq 0,6$  (табл. 4).

Табл. 4. Генетико-математические показатели оценки генотипа пробанда при его оценке по собственной продуктивности и продуктивности предков первого второго порядка (P+O+M+OO+OM+MM+MO) при интенсивности отбора 30% (+1,16σφ)

Показатель	h <sup>2</sup>									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
βh <sup>2</sup> P	0,094	0,178	0,258	0,337	0,417	0,502	0,595	0,702	0,831	1,000
βh <sup>2</sup> M	0,043	0,075	0,099	0,115	0,125	0,128	0,122	0,105	0,070	0,000
βh <sup>2</sup> O	0,043	0,075	0,099	0,115	0,125	0,128	0,122	0,105	0,070	0,000
βh <sup>2</sup> OM	0,020	0,034	0,041	0,043	0,042	0,036	0,028	0,018	0,006	0,000
βh <sup>2</sup> MM	0,020	0,034	0,041	0,043	0,042	0,036	0,028	0,018	0,006	0,000
βh <sup>2</sup> MO	0,020	0,034	0,041	0,043	0,042	0,036	0,028	0,018	0,006	0,000
βh <sup>2</sup> OO	0,020	0,034	0,041	0,043	0,042	0,036	0,028	0,018	0,006	0,000
Сумма βh <sup>2</sup>	0,262	0,463	0,619	0,740	0,833	0,903	0,952	0,982	0,997	1,000
Xγ	0,304	0,537	0,718	0,859	0,967	1,047	1,104	1,140	1,157	1,160
σx <sub>γ</sub>	0,918	0,844	0,776	0,710	0,645	0,578	0,505	0,419	0,304	0,000
tXγ	0,331	0,637	0,926	1,209	1,498	1,811	2,187	2,721	3,807	-
k	-	-	-	-	-	-	14	11	5	-
E	0,304	0,537	0,718	0,859	0,967	1,047	1,104	1,140	1,157	1,160

Наиболее полную информацию о племенной ценности животного при этом можно получить, используя данные об обоих родителях и всех предках второго порядка – P+O+M+OO+OM+MO+MM.

Однако доля информации о собственной продуктивности является преобладающей и с увеличением значения  $h^2$  стремится к 100%, а информационная ценность родителей в среднем в два раза выше, чем предков второго порядка (рис.3).

Эффективность селекции за 1 год при таком варианте отбора превысит  $+1\sigma_\gamma$  уже для признаков с коэффициентом наследуемости  $h^2 \geq 0,6$ . Для большинства селекционных признаков значение оценки будет превышать ее ошибку.

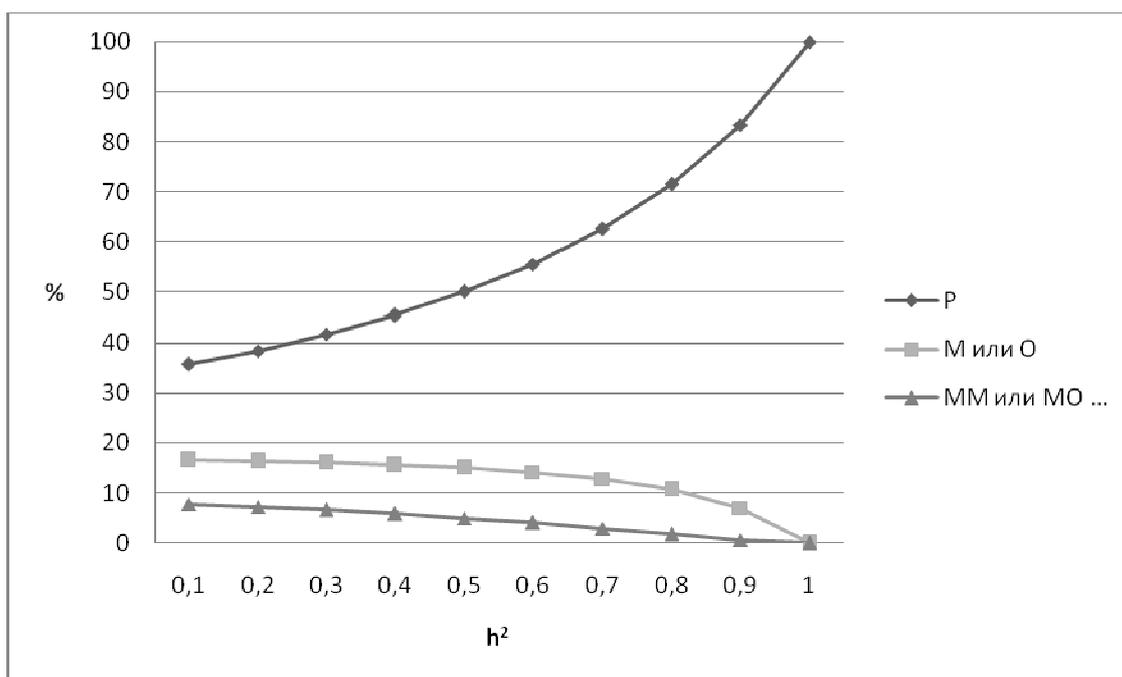


Рис. 3. Селекционный вес информации о собственной продуктивности и продуктивности предков (%) в общей структуре оценки племенной ценности пробанда в зависимости от величины наследуемости при оценке по методу P+O+M+OO+OM+MO+MM

Величина ошибки колеблется значительно сильнее, чем при оценке только по предкам без учета фенотипа животного. Однако уменьшение ошибки происходит в основном не из-за привлечения дополнительных

предков, а ввиду повышения коэффициента регрессии  $\beta_h$ . Достоверность оценки за счет привлечения предков при незначительном снижении ошибки может возрасти: предки с высокой продуктивностью повышают оценку животного, и при той же ошибке более достоверны.

**Заключение.** Таким образом, наши исследования по сравнительному анализу оценки генотипа пробанда по собственной продуктивности и продуктивности предков показали, что отбор только по предкам малоэффективен ввиду его большой ошибки. Более успешен отбор по собственной продуктивности. Более универсальным и самым эффективным является комбинированный метод оценки по собственной продуктивности и продуктивности предков. Для всех включенных в исследования признаков продуктивности свиней он показал наилучшие результаты.

Для повышения точности оценки генотипа животных сотрудниками лаборатории теоретических основ животных Дон ГАУ разработаны алгоритмы и определены коэффициенты регрессии генотипа пробанда на соответствующие фенотипы для различных методов оценки (по предкам, Боковому родству, потомству и их комбинациям). Составлены таблицы вероятной точности их использование позволит интенсифицировать темпы селекции в 1,5-2,0 раза.

#### Список литературы

1. Михайлов Н.В., Кабанов В.Д. Каратунов Г.А. Селекционно-генетические аспекты оценки наследственных качеств животных. – Новочеркасск, 1996. – 63с.
2. Михайлов Н.В. Оценка генотипа сельскохозяйственных животных /Н.В. Михайлов, В.Д. Кабанов, Г.А. Каратунов // Вестник РАСХН. – 1998. - №2. – С.61-63.
3. Михайлов Н.В. Компьютерная программа комплексноOPCOS-II /Н.В. Михайлов, О.Л. Третьякова, Г.А. Каратунов и др. // Совершенствование племенных и продуктивных качеств животных и птиц: Матер.конф., посв. 80-летию МВА им. К.И. Скрябина/МГАИМиБ им. К.И. Скрябина. М. 1999. - С.28-29.
4. Михайлов Н.В. Причины мертворожденности поросят /Н.В. Михайлов, Л.В. Гетманцева // Свиноводство. -2012. -№6. -С.66.
5. Никоро З.С., Киселева З.С. Соотношение генетических и фенотипических корреляций // Вопросы математической генетики. – Минск, 1969. –С.129-133.
6. Никоро З.С., Стакан Г.А., Харитоновна З.Н. Теоретические основы селекции животных. – М.: Колос, 1968. – 440с.

7. Рудь А.И. Статистический анализ оценки генотипа животных /А.И. Рудь, О.Л. Третьякова, Н.В. Михайлов, Э.В. Костылев //Часть 1.,Новочеркасск, 2004.- 127 с.
8. Самойлов В.С. Комплексный метод оценки воспроизводительного фитнеса свиней/ В.С. Самойлов, Н.В. Михайлов, О.Л. Третьякова //Свиноводство. – 2001. №5. – С. 10-11.
9. Семёнов В.В. Информационное и программное обеспечение отрасли свиноводства /В.В. Семёнов, Г.И. Федин, О.Л. Третьякова //Сборник научных трудов. Животноводство и кормопроизводство. Ставрополь, Изд. СНИИЖК, 2010, вып.3. С.52-60.
10. Третьякова О.Л. Заказчикам нужны не программы, а решения /О.Л. Третьякова, Н.В. Михайлов, Г.И. Федин // Перспективное свиноводство: теория и практика. 2011. №6. С.2-2.
11. Третьякова О.Л. Разработка и внедрение эффективных методов и программ селекции свиней /О.Л. Третьякова, Г.И. Федин, Л.В. Гетманцева и др. // Аграрный вестник Урала. 2013. № 9 (115). С. 49-53.
12. Stahl W., Rasch D., Siler H., Vahal J. Populations genetic fur Tierzucht. – Berlin. – Prag., 1969. – 439p.
13. Yu K.Sheep breeding resources in Rostov region, Russia // K.Yu.,L.Getmantseva, N/Shirockova// World Applied Sciences Journal. 2013. T. 23. № 10. С. 1322-1324.

#### References

1. Mihajlov N.V., Kabanov V.D. Karatunov G.A. Selekcionno-geneticheskie aspekty ocenki nasledstvennyh kachestv zhivotnyh. – Novocherkassk, 1996. – 63s.
2. Mihajlov N.V.Ocenka genotipa sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh /N.V. Mihajlov, V.D. Kabanov, G.A. Karatunov // Vestnik RASHN. – 1998. - №2. – S.61-63.
3. Mihajlov N.V. Komp'juternaja programma kompleksnoOPCOS-II /N.V. Mihajlov, O.L. Tret'jakova, G.A. Karatunov i dr. // Sovershenstvovanie plemennyh i produktivnyh kachestv zhivotnyh i ptic: Mater.konf., posv. 80-letiju MVA im. K.I. Skrjabina/MGAIMiB im. K.I. Skrjabina. M. 1999. - S.28-29.
4. Mihajlov N.V. Prichiny mertvorozhdenosti porosjat /N.V. Mihajlov, L.V. Getmanceva // Svinovodstvo. -2012. -№6. -S.66.
5. Nikoro Z.S., Kiseleva Z.S. Sootnoshenie geneticheskikh i fenotipicheskikh korreljacij // Voprosy matematicheskoy genetiki. – Minsk, 1969. –S.129-133.
6. Nikoro Z.S., Stakan G.A., Haritonova Z.N. Teoreticheskie osnovy selekcii zhivotnyh. – M.: Kolos, 1968. – 440s.
7. Rud' A.I. Statisticheskij analiz ocenki genotipa zhivotnyh /A.I. Rud', O.L. Tret'jakova, N.V. Mihajlov, Je.V. Kostylev //Chast' 1.,Novocherkassk, 2004.- 127 s.
8. Samojlov V.S. Kompleksnyj metod ocenki vosproizvoditel'nogo fitnessa svinej/ V.S. Samojlov, N.V. Mihajlov, O.L. Tret'jakova //Svinovodstvo. – 2001. №5. – S. 10-11.
9. Semjonov V.V. Informacionnoe i programmnoe obespechenie otrasli svinovodstva /V.V. Semjonov, G.I. Fedin, O.L. Tret'jakova //Sbornik nauchnyh trudov. Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. Stavropol', Izd. SNIIZhK, 2010, vyp.3. S.52-60.
10. Tret'jakova O.L. Zakazchikam nuzhny ne programmy, a reshenija /O.L. Tret'jakova, N.V. Mihajlov, G.I. Fedin // Perspektivnoe svinovodstvo: teorija i praktika. 2011. №6. S.2-2.
11. Tret'jakova O.L. Razrabotka i vnedrenie jeffektivnyh metodov i programm selekcii svinej /O.L. Tret'jakova, G.I. Fedin, L.V. Getmanceva i dr. // Agrarnyj vestnik Urala. 2013. № 9 (115). S. 49-53.
12. Stahl W., Rasch D., Siler H., Vahal J. Populations genetic fur Tierzucht. – Berlin. – Prag., 1969. – 439p.
13. Yu K.Sheep breeding resources in Rostov region, Russia // K.Yu.,L.Getmantseva, N/Shirockova// World Applied Sciences Journal. 2013. T. 23. № 10. S. 1322-1324.