

## УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ФГБНУ «Федеральный  
научный центр биологических систем и  
агротехнологий Российской академии наук»,  
доктор биологических наук



Лебедев

Святослав Валерьевич

2021 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Диссертация «Новые подходы к повышению продуктивных и адаптационных качеств сельскохозяйственных животных на основе изучения элементного статуса организма» выполнена в отделе технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (до 2018 года Всероссийский НИИ мясного скотоводства Россельхозакадемии).

В период подготовки диссертации соискатель Фролов Алексей Николаевич работал старшим научным сотрудником в отделе технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

В 2003 г окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный аграрный университет» по специальности «Зоотехния».

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук защитил в 2006 году в диссертационном совете, созданном на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Научный консультант - доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН Мирошников Сергей Александрович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», временно исполняющий обязанности ректора.

По итогам диссертации принято следующее заключение.

**Актуальность темы.** Реализация продуктивного потенциала

сельскохозяйственных животных является одной из важнейших задач современного животноводства, осуществление которой невозможно без полноценного минерального кормления. Эта задача может быть решена через индивидуальную оценку обмена веществ и здоровья животного по элементному статусу, что определяется наличием более 80 химических веществ в организме животных которые влияют на физиологические процессы и функции, рост, продуктивность, резистентность и другие.

Для контроля уровня химических элементов в организме используют элементный анализ различных биосубстратов. Научкой накоплен значительный фактический материал по использованию для этих целей слюны, крови и др. при этом для многих элементов эти методы зачастую являются не информативными. Так при оценке концентраций цинка в плазме или сыворотке крови, показывается только моментальный снимок цинкового статуса, а учитывая, что концентрация цинка в сыворотке в течение дня может колебаться около 20 %, единичный анализ крови имеет низкую достоверность.

Вместе с тем приходит понимание, что создание и дальнейшее развитие системы мониторинга метаболических нарушений сельскохозяйственных животных невозможно без использования неинвазивных методов оценки состояния обмена веществ, среди которых важное место занимает элементный состав шерсти (волос).

Минеральный состав шерсти как индикаторный показатель указывает на концентрацию и активность химических элементов в других органах и тканях организма и отражает элементный статус.

В животноводстве, включая мясное скотоводство и козоводство у мультиминерального анализа шерсти имеются большие перспективы использования, это обусловлено как завозом импортного скота, эмбрионов, спермопродукции с высокими генетическими возможностями, для реализации которых потребуется индивидуальный мониторинг элементного статуса, так и для улучшения продуктивных качеств имеющегося поголовья.

В связи с этим, представленные в диссертационной работе Фролова А.Н. исследования являются актуальными и представляют высокую научную и практическую значимость.

#### **Связь темы с планом научных исследований.**

Диссертация Фролова А.Н., является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной в соответствии с «Программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по развитию Агропромышленного комплекса РФ на 2011-2015 годы» и «Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы» (госрегистрация: № 01201156574, № 01201254124, № 01201354357, №

01201460192, № 115040610068, № 116022610020, № АААА-А17-117021650036-2, № АААА-А18-118042090035-3, № АААА-А19-119040290045-5).

**Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.**

Соискатель Фролов А.Н. на основе анализа публикаций отечественных и зарубежных ученых, самостоятельно обосновал тему, определил цели и задачи исследований и организовал их проведение, статистически обработал полученные результаты и проанализировал их, сформулировал выводы и предложения производству. Написание и оформление диссертационной работы выполнено лично автором.

Наиболее существенные результаты, отраженные в диссертационной работе получены при непосредственном участии Фролова А.Н. На первом этапе соискатель выполнил исследования по выявлению возрастных и гендерных различий элементного статуса животных, определил референтные концентрации 25 химических элементов в шерсти крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (коровы, телки, бычки) и белых коз оренбургской породы, установил региональные особенности элементного статуса мясных коров. На втором определил адаптационные качества, элементный статус коров герефордской породы канадской селекции разных поколений в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции, установил продуктивные качества и элементный статус бычков мясного направления продуктивности в зависимости от полиморфизмов гена GDF5 и bGH, с интерпретацией полученных результатов концентраций химических элементов в шерсти к границам референтных интервалов. На третьем разработал способы повышения продуктивных и воспроизводительных качеств скота мясного направления продуктивности на основе изучения элементного статуса, произвел апробацию разработанной технологии оценки и коррекции элементозов.

**Степень достоверности результатов проведенных исследований.**

Научные положения, выводы и предложения базируются на экспериментальных и аналитических данных, полученных с использованием специального оборудования, а также современных методов анализа и расчёта, обусловленных достоверностью результатов исследований, доказанных путём их обработки методом вариационной статистики.

Совокупность полученных результатов и сформулированных на их основе выводов и теоретических положений, выносимых на защиту, говорит о том, что диссертационная работа Фролова А.Н. является целостным, законченным научным исследованием.

**Научная новизна работы** заключается в разработке и апробации новой технологии повышения продуктивных и адаптационных качеств

сельскохозяйственных животных на основе оценки и коррекции элементного статуса, оцениваемого по концентрации химических элементов в шерсти.

На основании проведенных исследований впервые:

- установлены референтные интервалы содержания 25 химических элементов (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn) в шерсти крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (коровы, телки, бычки), белых коз оренбургской породы;

- определены региональные особенности элементного статуса коров мясного направления продуктивности;

- выявлено влияние полиморфизма генов GDF5 и bGH на элементный статус, мясную продуктивность и качество мяса бычков мясного направления продуктивности, определена концентрация 25 химических элементов в длиннейшем мускуле молодняка разных генотипов;

- установлено влияние полиморфизма генов GDF5 и bGH на элементный статус, мясную продуктивность и качество мяса бычков мясного направления продуктивности, определена концентрация 25 химических элементов в длиннейшей мышце спины молодняка разных генотипов;

- разработаны способы отбора бычков с высоким потенциалом весового роста по уровню концентраций Ca, Zn, Cu, Mn в шерсти (RU 2668335), коэффициентам токсической нагрузки, вычисляемым по соотношению токсичных (Al, Pb) к эссенциальным (I и Se) микроэлементам (RU 2722045) и суммарной токсической нагрузкой организма (Al, Cd, Hg, Pb, Sn, Sr) (RU 2747469);

- доказана связь между уровнями концентраций Cu, I, Se, Zn и воспроизводительными качествами, на основании этих данных предложен способ ранней диагностики воспроизводительной способности мясных коров по элементному составу шерсти (RU 2630986);

- выявлен факт снижения воспроизводительных качеств коров мясного направления продуктивности ниже уровня концентрации йода 0,28 мг/кг и селена 0,58 мг/кг в шерсти. На основании этих данных предложен способ повышения воспроизводительной способности коров мясных пород путем коррекции элементного статуса (RU 2689678).

**Теоретическая значимость работы** заключается в том, что на основании комплексных эколого-физиологических, клинико-биохимических исследований и математической обработки полученных данных:

- выявленные возрастные и гендерные различия в элементном статусе крупного рогатого скота позволяют дифференцировано подходить к решению проблемы элементозов мясного скота;

- определены референтные интервалы содержания химических элементов в шерсти крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (коровы, телки, бычки), коз оренбургской породы которые могут быть использованы как в качестве российских норм, а также и в условиях отдельной биохимической

провинции (Оренбургская область) для мясных коров. Полученные данные позволяют выявлять элементарозы скота и предсказывать динамику пулов отдельных элементов в организме животных, включая стадию «преддефицита», оказывающих влияние на продуктивные и адаптационные качества животных.

Выдвинутая гипотеза об информативности шерсти в качестве биосубстрата при оценке элементарозов крупного рогатого скота мясного направления продуктивности и коз оренбургской породы доказана сравнительной оценкой уровня концентраций химических элементов и продуктивных качеств животных.

Определенные особенности в формировании обменных пулов химических элементов в зависимости от генотипа по генам GDF5 и bGH могут быть использованы при описании реализации генетических возможностей животных.

**Практическая значимость работы,** заключается, что реализация способов отбора бычков мясных пород с высоким потенциалом весового роста по элементному составу шерсти позволяет с 8- до 18-месячного возраста повысить живую массу молодняка на 2,3-8,4 %, среднесуточные приросты – на 5,1-15,6 %.

Формирование групп бычков для откорма по полиморфизму генов GDF5 и bGH позволяет повысить живую массу к 18-месячному возрасту на 4,1-7,8 %, среднесуточный прирост – на 4,4-8,3 %, получать дополнительную прибыль в расчете на 1 голову – 3456-6372 рубля, повысить уровень рентабельности производства – 5,6-10,4 %.

Внедрение способа ранней диагностики воспроизводительной способности коров мясного направления продуктивности позволяет до случной компании выявлять животных с низким уровнем элементов, влияющих на биологические процессы, включая воспроизводство, что дает возможность проводить с ними индивидуальную коррекцию выявленных элементарозов.

Предлагаемый способ повышения воспроизводительной способности коров мясных пород позволяет в дефицитных по I и Se стадах на 26 % повысить приход коров в охоту, выход телят – на 46 %, уровень рентабельности – на 72,9 %.

Материалы диссертационного исследования опубликованы в справочном пособии для сельхозтоваропроизводителей: «Система устойчивого развития сельского хозяйства Оренбургской области» (2019); монографии «Оценка элементного гомеостаза человека и животных», рекомендованной для биологов, физиологов, биохимиков и специалистов, изучающих обмен макро- и микроэлементов в организме животных, аспирантов по направлению подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния, для преподавателей сельскохозяйственных вузов, научных сотрудников, специалистов животноводства и студентов биологических и аграрных вузов.

**Полнота изложенных материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.** Основные положения диссертации достаточно широко представлены научной общественности на научно-практических конференциях. Результаты исследований изложены в 49 научных работах, в том числе 18 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауке РФ, 5 – в периодических изданиях Scopus и Web of Science, 6 – патентах на изобретения РФ, 1 – монографии.

Опубликованные научные работы достаточно полно отражают материал

диссертации и имеют научную ценность и практическую значимость.

Наиболее значимые работы:

1. Харламов, А.В., **Фролов, А.Н.**, Завьялов, О.А. Оценка адаптационной приспособленности телок герефордской породы канадской селекции в зависимости от различной интенсивности их роста // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2(34). – С. 56-60.
2. Завьялов О.А. Адаптационные изменения элементного статуса герефордского скота канадской селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции / О.А. Завьялов, **А.Н. Фролов**, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. – 2016. № 2 (94). – С. 7-13.
3. Фролов, А.Н. Динамика накопления химических элементов в шерсти тёлочек герефордской породы канадской селекции в зависимости от их продуктивности и возраста / **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, А.Г. Зелепухин // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 3 (95). – С. 71-76.
4. Фролов, А.Н. Оценка элементного статуса организма мясных коров различного физиологического состояния / **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, И.В. Маркова // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 1 (97). – С. 44-49.
5. Фролов, А.Н. Влияние содержания химических элементов в шерсти и клинических показателей крови на репродуктивные качества мясных коров / **А.Н. Фролов**, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, И.В. Маркова // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 2 (98). – С. 80-87.
6. Мирошников, С.А. Центильные величины состава шерсти и выявление элементозов крупного рогатого скота / С.А. Мирошников, Г.К. Дускаев, О.А. Завьялов, **А.Н. Фролов**, А.В. Харламов, М.Я. Курилкина, А.С. Ушаков // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 2. – С. 59-62.
7. Харламов, А.В. Элементный статус коров мясного направления продуктивности в Оренбургской области / А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 1. – С. 51-58.
8. Фролов, А.Н. Оценка биохимических показателей крови коров с низкими воспроизводительными качествами после внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов / **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, А.М. Макаева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 2. – С. 97-103.
9. Мирошников, С.А. Воспроизводительные качества коров герефордской породы канадской селекции в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции / С.А. Мирошников, Г.А. Морган, А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, К.Н. Атландерова // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 4. – С. 109-116.

10. Фролов А.Н. Влияние внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов, на качественные показатели молока мясных коров / **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, Л.П. Леонтьева, М.Я. Курилкина // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 4. – С. 102-108.

11. Харламов, А.В. Влияние коррекции элементного статуса йода и селена оцененных по их содержанию в шерсти на морфологические показатели крови мясных коров / А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018 – № 6(74) – С. 228-230.

12. Мирошников, С.А. Справочные интервалы концентраций эссенциальных и токсичных элементов в шерсти мясного скота / С.А. Мирошников, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, М.Я. Курилкина // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 102. – № 1. – С. 31-39.

13. Харламов, А.В. Влияние полиморфизма гена фактора дифференциации роста 5 на морфологические и биохимические показатели крови / А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, Е.А. Тяпугин // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 103. – № 3. – С. 46-57. DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-46.

14. Харламов, А.В. Влияние полиморфизма гена фактора дифференциации роста 5 на элементный статус бычков / А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, В.И. Косилов, Г.А. Морган // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 104. – № 4. – С.43-53. DOI: 10.33284/2658-3135-102-4-43.

15. **Фролов А.Н.** Использование новой технологии для коррекции элементного статуса коров с нарушениями воспроизводительной функции // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – Т.103. – № 2. – С. 24-28. DOI: 10.33284/2658-3135-103-2-24

16. Miroshnikov, S.A. The Reference Intervals of Hair Trace Element Content in Hereford Cows and Heifers (*Bos taurus*) / S.A. Miroshnikov, O.A. Zavyalov, **A.N. Frolov**, I.P. Bolodurina, V.V. Kalashnikov, A.R. Grabeklis, A.A. Tinkov, A.V. Skalny // Biol Trace Elem Res. – 2017. –180(1). – P. 56-62. doi: 10.1007/s12011-017-0991-5.

17. Harlamov, A.V. Identification of GDF5 gene polymorphism of bull-calves of the Kalmyk breed / A.V. Harlamov, **A.N. Frolov**, O.A. Zavyalov, I.S. Miroshnikov, D.M. Muslyumova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Conference on Innovations in Agricultural and Rural development 18–19 April 2019, Kurgan, Russian Federation. – 2019. – Vol. 341. – P. 012081. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012081.

18. Miroshnikov, S.A. Experience of individual correction of elemental status of cows with reproductive disorder / S.A. Miroshnikov, A.V. Kharlamov, **A.N. Frolov**, O.A. Zavyalov // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development 18–

19 April 2019, Kurgan, Russian Federation. – 2019. – Vol. 341. – P. 012080.  
doi:10.1088/1755-1315/341/1/012080

19. Kharlamov, A.V., **Frolov, A.N.**, Zavyalov, O.A. Technology for detecting highly productive animals based on elemental status assessment. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 624. – P. 012023. doi:10.1088/1755-1315/624/1/012023

20. Miroshnikov, S.A. Influence of growth hormone gene polymorphism on the productive qualities and the level of toxic elements in the hair of Kalmyk breed calves. / S.A. Miroshnikov, A.V. Kharlamov, **A.N. Frolov**, O.A. Zavyalov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 624. –P. 012024. doi:10.1088/1755-1315/624/1/012024

21. Способ ранней диагностики воспроизводительной способности коров мясного скота: пат. 2630986 Рос. Федерация / С.А. Мирошников, А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, Г.К. Дускаев, А.С. Ушаков // Заявл. № 2016143254, 02.11.2016, опубл. 15.09.2017. Бюл. № 26.

22. Способ отбора бычков с высоким потенциалом роста по элементному составу шерсти: пат. 2668335 Рос. Федерация / **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, С.А. Мирошников, Б.Г. Рогачев, Г.К. Дускаев, И.В. Маркова, А.С. Ушаков // Заявл. № 2017132794, 19.09.2017, опубл. 28.09.2018. Бюл. № 28

23. Способ повышения воспроизводительной способности коров мясных пород: пат. 2689678 Рос. Федерация / С.А. Мирошников, А.В. Харламов, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, Б.Г. Рогачев, Г.К. Дускаев // Заявл. № 2018134011, 26.09.2018, опубл. 28.05.2019. Бюл. № 16.

24. Способ отбора бычков мясных пород с высоким потенциалом весового роста по элементному составу шерсти: пат. 2722045 Рос. Федерация / А.В. Харламов, С.А. Мирошников, **А.Н. Фролов**, О.А. Завьялов, Г.К. Дускаев, Б.Г. Рогачев // Заявл. № 2019135906, 07.11.2019, опубл. 26.05.2020. Бюл. № 15.

25. Мирошников, С.А. Оценка элементного гомеостаза как показателя экологофизиологической адаптации человека и животных / С.А. Мирошников, С.В. Нотова, С.В. Мирошников, С.В. Лебедев, О.А. Завьялов, **А.Н. Фролов**, Оренбург: ГОУ ОГУ, 2016. Тираж 300 – 220 с. ISBN 978-5-4417-0653-7.

**Соответствие содержания диссертации научной специальности, по которой она рекомендуется к защите.**

На основании проведенных исследований, автором установлено:

1. С целью повышения продуктивных и воспроизводительных качеств мясного скота и пуховых коз оренбургской породы целесообразно определение элементного статуса на основе проведения многоэлементного анализа шерсти по 25 химическим элементам как на групповом, так и индивидуальном уровнях с интерпретацией результатов относительно границ разработанных референтных интервалов.



Сравнение элементного статуса маточного поголовья мясного скота и оренбургских коз с границами референтных интервалов позволяет отбирать животных с молочностью и пуховой продуктивностью, соответствующих классу элита.

2. С целью повышения продуктивных качеств бычков при выращивании и откорме следует проводить оценку полиморфизма генов GDF5 и bGH. Это позволяет формировать группы животных с низкой концентрацией токсичных веществ в шерсти, превышающих по живой массе аналогов в 18-месячном возрасте на 4,1-7,8 %, среднесуточному приросту – 4,4-8,3 %, получать дополнительную прибыль в расчете на 1 голову – 3456-6372 рубля, повысить уровень рентабельности производства – на 5,6-10,4 %.

3. Реализация разработанных способов отбора бычков мясных пород с высоким потенциалом весового роста по элементному составу шерсти через оценку уровня концентраций Ca, Zn, Cu, Mn позволяет отбирать животных, предрасположенных к получению среднесуточных приростов живой массы с рождения до 8-месячного возраста свыше 1000 г. Расчет коэффициентов токсичной нагрузки и суммарной токсической нагрузки организма позволяет с 8- до 18-месячного возраста повысить среднесуточные приросты на 5,1-15,6 %.

4. Внедрение способа ранней диагностики воспроизводительной способности коров мясного направления продуктивности на основе анализа уровней концентраций Cu, I, Se, Zn позволяет на 30 день после отела проводить оценку воспроизводительных качеств для корректировки выявленных элементозов коров.

5. Реализация способа повышения воспроизводительной способности коров мясных пород позволяет в дефицитных по I и Se стадах на 26 % повысить приход коров в охоту, выход телят – на 46 %.

Из выше изложенного следует, что диссертационная работа А.Н. Фролова соответствует паспорту специальности 06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства, а именно:

п. 1. Изучение биологических и хозяйственных особенностей сельскохозяйственных животных при различных условиях их использования.

п. 3. Изучение акклиматизации и адаптации импортных пород и линий и разработка методов их эффективного использования.

п. 6. Разработка методов комплексной оценки и ранней диагностики продуктивных качеств скота.

п. 8. Разработка методов повышения продуктивных и воспроизводительных качеств скота.

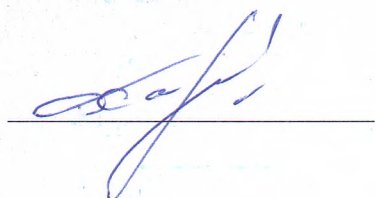
### **Заключение**

Диссертационная работа «Новые подходы к повышению продуктивных и адаптационных качеств сельскохозяйственных животных на основе изучения элементного статуса организма» Фролова Алексея Николаевича соответствует критериям, предъявляемым к докторским диссертациям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденных постановлением

Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года и рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора биологических наук по специальности 06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства.

Заключение принято на расширенном заседании отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Присутствовало на заседании 15 чел. Результаты голосования: «за» - 15 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел. (протокол № 1 от «18» февраля 2021 г)



Харламов Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, отдел технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», и.о. заведующего

22.02.2021 г

Личную подпись доктора сельскохозяйственных наук, профессора Анатолия Васильевича Харламова заверяю:

Руководитель кадровой  
службы ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН



С.А. Александрова

460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29