

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от **20.06.2025** года, протокол № 11

**О присуждении Кожуховой Наталье Ивановне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

**Диссертация «Научно-технологические основы синтеза геополимерных вяжущих и материалов на их основе»** по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия принята к защите 19 марта 2025 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом 24.2.276.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ № 544/нк от 01.07.2019 г. с изменениями приказ №357/нк от 17.04.2025 г.

**Соискатель Кожухова Наталья Ивановна**, «12» апреля 1987 года рождения, в 2009 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» по специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

**Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук** на тему «Геополимерное вяжущее на золах-уноса ТЭС и мелкозернистый бетон на его основе» защитила в 2013 г. в совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.014.01, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», **работает** доцентом кафедры «Материаловедение и технология материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

**Диссертация выполнена** на кафедре «Материаловедение и технология материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Строкова Валерия Валерьевна, работает в должности заведующего кафедрой

«Материаловедение и технология материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Официальные оппоненты:**

**1. Крамар Людмила Яковлевна** – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Строительные материалы и изделия»;

**2. Саламанова Мадина Шахидовна** – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», профессор кафедры технологии строительного производства;

**3. Калинин Александр Михайлович** – доктор химических наук, доцент, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), главный научный сотрудник отдела технологии силикатных материалов

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (г. Липецк) **в своем положительном отзыве**, подписанном Бондаревым Борисом Александровичем, доктором технических наук (специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства; 05.21.05 – Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки), профессором, профессором кафедры строительного материаловедения и дорожных технологий, **указала, что** диссертация по своей актуальности, новизне научных положений и научно и практической значимости отвечает всем требованиям п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, утвержденном Постановлением правительства РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Кожухова Наталья Ивановна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

**Соискатель имеет** 80 работ по теме диссертации, из них: 21 – в российских журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз, рекомендованных ВАК РФ; 12 – в зарубежных изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, приравненных к K1–K2. Из них 3 публикации – в журналах Q1 (Scopus, Web of Science), 2 – Q2; 15 – в журналах из «Белого списка». Всего в журналах K1 – 17; K2 – 16. Издано 3 монографии. Получено 2 патента на изобретения.

Общий объем научных работ – 82,10 печ. л., личный вклад – 47,65 печ. л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 40,32 печ. л., личный вклад – 23,40 печ. л.

**Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

***В отечественных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий и международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК РФ***

1. **Кожухова, Н.И.** Оценка эффективности модификации геополимерной системы минеральными наполнителями с точки зрения формирования прочностных характеристик / Н.И. Кожухова, А.И. Буковцова, Н.Ю. Плющенко, И.В. Жерновская // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2024. – №1. – С. 8–20. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-9-1-8-20 (ИФ – 0,532) K1
2. **Кожухова, Н.И.** Особенности модификации геополимера на основе перлита как экологически эффективного вяжущего / Н.И. Кожухова // Строительные материалы. – 2023. – № 7. – С. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-815-7-60-66> (ИФ – 0,788) K1, СА(pt), УБС 3
3. **Кожухова, Н.И.** Опыт производства ячеистых бетонов на основе геополимерных вяжущих / Н.И. Кожухова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2023. – № 4. – С. 8–23. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-8-23 (ИФ – 0,467) K2
4. **Кожухова, Н.И.** Формирование структуры и свойств геополимерного пенобетона при разных способах приготовления ячеистой сырьевой смеси / Н.И. Кожухова, В.В. Строкова, А.И. Коломыцева, А.И. Мануйлова, И.В. Жерновская // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 11. – С. 8–18. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-11-8-18 (ИФ – 0,467) K2
5. **Кожухова, Н.И.** Роль железосодержащего компонента в составе перлитового геополимера на его фазовые и структурные трансформации / Н.И. Кожухова, И.В. Жерновская, А.В. Череватова, К.Г. Соболев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2020. – № 2. – С. 126-133. – DOI 10.34031/2071-7318-2020-5-2-126-133 (ИФ – 0,385) K2
6. **Кожухова, Н.И.** Модификация низкоактивного алюмосиликатного сырья как способ повышения его качественных характеристик при синтезе геополимеров / Н.И. Кожухова, Д.Н. Данакин, М.И. Кожухова, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.Ю. Тесля, Н.И. Алфимова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 5. – С. 131–139 DOI: 10.34031/article\_5cd6df45c835e4.80839646 (ИФ – 0,524) K2
7. **Кожухова, Н.И.** Методика оценки реакционной активности алюмосиликатов кислого состава с нанокристаллической структурой / Н. И. Кожухова, В. В. Строкова, Р. В. Чижов, М. И. Кожухова // Строительные материалы и изделия. – 2019. – Т. 2. – № 3. – С. 5-11. (ИФ – 2,269) K1, СА(pt), УБС 4
8. Жерновский, И.В. Прогнозная оценка прочности при сжатии геополимерных вяжущих на основе низкокальциевых зол-уноса / И.В. Жерновский, **Н.И. Кожухова** // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 12. – С. 40–47. (ИФ – 0,329) K1 СА(pt), GeoRef
9. **Кожухова, Н.И.** pH-показатель среды как фактор формирования поровой структуры пен / Н.И. Кожухова, Д.Н. Данакин, М.И. Кожухова, Н.И. Алфимова, А.А. Чепурных // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 8. – С. 101–108. DOI: 10.12737/article\_5b6d586ca043d4.17885788 (ИФ – 0,484) K2
10. **Кожухова, Н.И.** Влияние различий рентгеноаморфной фазы в составе низкокальциевых алюмосиликатов на прочностные характеристики геополимерных систем / Н. И. Кожухова, И. В. Жерновский, К. Г. Соболев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 4. – С. 5-12. – DOI 10.12737/article\_5ac24a276fc102.09159142 (ИФ – 0,484) K2

11. Шеховцова, Ю.А. Экспресс-метод определения компрессионных характеристик геополимеров на основе зол-уноса кислого состава / Ю.А. Шеховцова, И.В. Жерновский, **Н.И. Кожухова**, М.Н. Ковтун, Э. Керсли, И.В. Жерновская // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 8. – С. 28–35. DOI: 10.12737/article\_5b6d58466ede22.04375827 (ИФ – 0,484) К2
12. **Кожухова, Н.И.** Структурообразование в щелочеактивированных алюмосиликатных вяжущих системах с использованием природного сырья различной кристалличности / Н.И. Кожухова, В.В. Строкова, М.И. Кожухова, И.В. Жерновский // Строительные материалы и изделия. – 2018. – Том 1. – № 4. – С.38 – 43. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-4-38-43 К1, СА(pt), УБС 4
13. **Кожухова, Н.И.** Стабилизирующая добавка как способ оптимизации поровой структуры легковесных композитов на основе геополимерного вяжущего / Н.И. Кожухова, Д.Н. Данакин // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 33–35 (ИФ – 0,937) К1, СА(pt), УБС 3
14. **Кожухова, Н.И.** Особенности получения геополимерного газобетона на основе золы-уноса Новотроицкой ТЭЦ / Н.И. Кожухова, Д.Н. Данакин, И.В. Жерновский // Строительные материалы. – 2017. – № 1, 2. – С. 113–117. (ИФ – 0,937) К1, УБС 3
15. Чижов, Р.В. Алюмосиликатные бесклинкерные вяжущие и области их использования / Р.В. Чижов, **Н.И. Кожухова**, В.В. Строкова, И.В. Жерновский // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 4. – С. 6–10 (ИФ – 0,699) К2
16. **Кожухова, Н.И.** Особенности структурообразования геополимерной вяжущей системы на основе перлита с использованием различных видов щелочного активатора / Н.И. Кожухова, Р.В. Чижов, И.В. Жерновский, В.И. Логанина, В.В. Строкова // Строительные материалы. – 2016. – № 3. – С. 61–64 (ИФ – 0,862) К1, СА(pt), УБС 3
17. **Кожухова, Н.И.** Фазообразование в геополимерных системах на основе золы-уноса Апатитской ТЭЦ / Н.И. Кожухова, И.В. Жерновский, Е.В. Фомина // Строительные материалы. – 2015. – № 12. – С. 85–88 (ИФ – 0,812) К1, СА(pt), УБС 3
18. Чижов, Р.В. Фазообразование и свойства алюмосиликатных вяжущих негидратационного типа твердения с использованием перлита / Р.В. Чижов, **Н.И. Кожухова**, И.В. Жерновский, Д.Н. Коротких, Е.В. Фомина, М.И. Кожухова // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 34–36. (ИФ – 0,812) К1, СА(pt), УБС 3
19. Фомина, Е.В. Фитотестирование композиционных вяжущих с применением техногенного сырья КУМ / Е. В. Фомина, **Н. И. Кожухова** // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 3. – С. 54–57. (ИФ – 0,543) К2
20. Войтович, Е.В. Концепция контроля качества алюмосиликатных вяжущих негидратационного твердения / Е.В. Войтович, **Н.И. Кожухова**, И.В. Жерновский, А.В. Череватова, Д.Д. Нецвет // Строительные материалы. – 2013. – № 11. – С. 53–55. (ИФ – 0,529) К1, СА(pt), УБС 3
21. **Кожухова, Н.И.** Оценка биопозитивности геополимерных вяжущих на основе низкокальциевой золы-уноса / Н.И. Кожухова, И.В. Жерновский, В.В. Строкова // Строительные материалы. – 2012. – № 9. – С. 84–85. (ИФ – 0,398) К1, СА(pt), УБС 3

22. **Kozhukhova, N.I.** Physical, Mechanical and Microstructural Characteristics of Perlite-Based Geopolymers Modified with Mineral Additives / N.I. Kozhukhova, R.A. Glazkov, M.S. Ageeva, M.I. Kozhukhova, I.S. Nikulin, I.V. Zhernovskaya // Journal of Composites Science. – 2024. – Vol. 8. – 211. <https://doi.org/10.3390/jcs8060211> (Scopus – Q1, WoS (2024)), УБС 2, K1

23. **Kozhukhova, N.** The Effect of Different Modifying Methods on Physical, Mechanical and Thermal Performance of Cellular Geopolymers as Thermal Insulation Materials for Building Structures / N. Kozhukhova, M. Kozhukhova, A. Teslya, I. Nikulin // Buildings. – 2022. – Vol. 12. – 241. DOI: 10.3390/buildings12020241. (Scopus – Q1, WoS (2022)), УБС 1, K1

24. **Kozhukhova, N.I.** Effect of mixing procedure and chemical composition on physical and mechanical performance of geopolymers / N. I. Kozhukhova, A. Yu. Teslya, N. I. Alfimova, M. I. Kozhukhova // Materials Science Forum. – 2021. – Vol. 1017. – P. 41–50. (Scopus – Q3 (2021)), K2

25. **Kozhukhova, N.I.** The Correlation of Temperature-Mineral Phase Transformation as a Controlling Factor of Thermal and Mechanical Performance of Fly Ash-Based Alkali-Activated Binders / N.I. Kozhukhova, M.I. Kozhukhova, I.V. Zhernovskaya, V.V. Promakhov // Materials. – 2020. Vol. 13. – 5181 DOI:10.3390/ma13225181 (Scopus, WoS – Q2 (2020)) УБС 1, K1

26. **Kozhukhova, N.I.** Correlation of quality assessment methods of class F fly ash for geopolymers synthesis / N. I. Kozhukhova, I. V. Zhernovsky, M. I. Kozhukhova, E. V. Voitovich // Materials Science Forum. – 2019. – Vol.974. – P. 61–66. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.974.61 (Scopus – Q3, WoS (2019)), K2

27. Shekhovtsova, J. Estimation of fly ash reactivity for use in alkali-activated cements - a step towards sustainable building material and waste utilization / J. Shekhovtsova, I. Zhernovsky, M. Kovtun, **N. Kozhukhova**, I. Zhernovskaya, E. P. Kearsley // Journal of Cleaner Production. –2018. –Vol. 178. – P. 22–33 DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.270 (Scopus – Q1, WoS – Q1 (2018)) УБС 1, K1

28. **Kozhukhova, N.I.** Features of phase transformations in geopolymers based on bottom-ash mixture containing nano-sized component / N. I. Kozhukhova, I. V. Zhernovsky, E. V. Fomina, M. S. Lebedev, E. I. Evtushenko // International Journal of Pharmacy & Technology. IJPT. – 2016. – Vol. 8. – Issue 4. – P. 24808–24816 (Scopus – Q3 (2016)), K2

29. **Kozhukhova, N.I.** Structure formation of geopolymer perlite binder vs. type of alkali activating agent / N.I. Kozhukhova, R.V. Chizhov, I.V. Zhernovsky, V.V. Strokovaya // International Journal of Pharmacy & Technology. – 2016. – Vol. 8. – № 3. – P. 15338–15348 (Scopus – Q3 (2016)), K2

30. **Kozhukhova, N.I.** Ecology-toxicology study of low-calcium solid wastes from power plants / N. I. Kozhukhova, M. S. Lebedev, M. I. Vasilenko, E. N. Goncharova // International Journal of Pharmacy & Technology –. 2016. – Vol. 8. – №.3. – P. 15349–15360 (Scopus – Q3 (2016)), K2

31. **Kozhukhova, N.I.** Structure formation of geopolymer perlite binder vs. type of alkali activating agent / N.I. Kozhukhova, R.V. Chizhov, I.V. Zhernovsky, V.V. Strokovaya // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – №. 20. – P.

12275–12281. (Scopus – Q3 (2016)), K2

32. **Kozhukhova, N.** The effect of silica polymerization in fly ash on the strength of geopolymers / N. Kozhukhova, I. Zhernovsky, K. Sobolev // Journal of the Society for American Music. – 2014. – Vol. 1611(2). DOI: 10.1557/opl.2014.760 (Scopus – Q2 (2014)) УБС 1, K1

33. **Kozhukhova, N.I.** The utilization efficiency of natural aluminosilicates in composite binders / N. I. Kozhukhova, E. V. Fomina, I. V. Zhernovsky, V. V. Strokova, R. V. Chizhov // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 670–671. – P 182–186. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.670-671.182 (Scopus – Q3 (2014)), K2

#### **Объекты интеллектуальной собственности**

34. Пат.2795804 Российская Федерация МПК C04B 38/10, C04B 28/24, C04B 111/20. Сырьевая смесь для геополимерного пенобетона и способ ее получения / **Н. И. Кожухова**, Н. И. Алфимова, В. В. Строкова, А.И. Мануйлова, Ю. Н. Огурцова; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова – № 2022125660. Заявл. 30.09.2022. Опубл. 11.05.2023. – Бюл. № 14. – 7 с.

35. Пат. 2795802 Российская Федерация МПК C04B 38/10, C04B 28/24, C04B 111/20. Сырьевая смесь для геополимерного пенобетона и способ ее получения / **Н. И. Кожухова**, В. В. Строкова, Н. И. Алфимова, А. И. Коломыцева; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова – № 2022125657. Заявл. 30.09.2022. Опубл. 11.05.2023. – Бюл. № 14. – 7 с.

#### **Монографии**

36. **Кожухова, Н.И.** Технология геополимерных вяжущих на основе зол-уноса для ячеистых бетонов: монография / Н.И. Кожухова, В.В. Строкова, Д.Н. Данакин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. – 163 с.

37. **Кожухова, Н.И.** Геополимерное вяжущее и мелкозернистый бетон на основе перлита: монография / Н.И. Кожухова, В.В. Строкова, Р.В. Чижов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 130 с.

38. **Кожухова, Н.И.** Геополимерное вяжущее и бетон на основе зол-уноса ТЭС. Монография / Н.И. Кожухова, И.В. Жерновский. – KG Dudweiler Landstr. 99, 661123 Saarbücken, Germany: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co, 2015 – 183 с. ISBN 978-3-659-76898-9.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. **Беленцова Юлия Алексеевича**, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры «Строительные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», **замечания:**

1. Из текста автореферата не ясно, проводились ли исследования долговечности разработанных мелкозернистых бетонов и пенобетонов на основе геополимерного вяжущего?

2. На основании каких показателей оценивалась эффективность щелочных активаторов? Рассматривались ли другие варианты щелочных активаторов, помимо NaOH и KOH?

3. Определена ли зависимость выбора применяемого щелочного активатора от структуры алюмосиликатного сырья (аморфное, скрытокристаллическое)?

4. Проводилось ли исследование фазового состава геополимерного камня после термического воздействия?

**2. Васильева Юлия Эммануиловна, доктора технических наук (05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)), доцента, заведующего кафедрой «Дорожно-строительные материалы и химические технологии» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», замечания:**

1. Рисунок 7 требует пояснения. Почему происходит увеличение размера частиц алюмосиликатного сырья и уменьшение удельной поверхности в высокощелочной среде при использовании алюмосиликатов скрытокристаллической и стекловатой структур?

2. Из текста автореферата не ясно следующее: в таблице 1 содержание алюмосиликатного компонента в составе смеси вяжущего дается в виде общего значения для сырьевых компонентов (включая модифицирующие добавки), включая кристаллические и аморфные фазы? Расчет содержания щелочного компонента велся относительно этого значения? Или учитывалось количество растворяемой щелочью алюмосиликатной стеклофазы (скрытокристаллической фазы)?

3. Из рисунка 10 неясно, в каких системах образуется кальциевый полевой шпат – анортит? Особенно неясно его образование в условиях геополимеризации с применением NaOH и KOH.

**3. Логаниной Валентины Ивановны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Управление качеством и технологии строительного производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», замечания:**

1. В таблице 1 (стр. 20 автореферата), соискатель приводит значения предела прочности при сжатии геополимер-песчаных растворов (1:3) и соотносит данные с классами по прочности портландцемента и гипса. Так как в состав растворов на геополимерных вяжущих входит щелочь и вода, хотелось бы понимать насколько соотносятся методики определения активности геополимерных вяжущих и портландцемента?

2. При какой консистенции раствора формировались образцы геополимер-песчаных растворов, прочностные характеристики которых представлены в таблице 1.

3. Что именно соискатель вкладывает в формулировку «обеспечение наиболее эффективного протекания геополимерного синтеза» при описании рисунка 3 (стр. 14 автореферата)?

**4. Петропавловской Виктории Борисовны, доктора технических наук (2.6.17 (05.16.09) – «Материаловедение» (технические науки)), доцента, профессора кафедры «Производство строительных изделий и конструкций» ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», замечания:**

1. Из текста автореферата не понятно, как осуществлялся выбор добавки пенообразователя?

2. На SEM-изображениях контактной зоны «заполнитель – матрица ГПВ» не везде можно диагностировать контактирующие фазы, особенно на рисунке 14, а. Соискателю следовало бы внести пояснения на рисунки в виде подписей или выделением соответствующих зон и областей или каким-нибудь другим способом.

3. На странице 22 автореферата автором допущена опечатка: альбит – один из основных плагиоклазов – отнесен к фельдшпатоидам. Однако, надо отметить, что в научной новизне и заключении указана правильная формулировка «...из групп фельдшпатоидов (канкринит), цеолитов (содалит) и полевых шпатов (анортит, альбит)...».

**5. Чулковой Ирины Львовны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры промышленного и гражданского строительства ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», замечания:**

1. Чем можно объяснить (рис. 3 автореферата), что оксиды щелочных металлов ( $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ ) имеют меньшее значение, чем содержание щелочно-земельных металлов для геополимерного синтеза?

2. Почему в табл. 1 составы 8,11,14 с портландцементом сравниваются с маркой гипса?

3. Почему нельзя назвать способ 2 на рис. 17 автореферата оптимальным?

4. Учитывались ли в технико-экономическом обосновании затраты на все этапы технологии? Хотелось бы увидеть в цифрах экономический эффект.

**6. Местникова Алексея Егоровича, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры «Прикладной механики и строительного материаловедения» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», замечания:**

1. Из автореферата не ясно как достигается упомянутый результат в виде более эффективных условий твердения вяжущих при их выдержке перед термообработкой? Рассматривалась ли возможность применения холодных растворов щелочей?

2. Возможно ли перенести результаты диссертационной работы в части использования минерального сырья различного генезиса на другие виды минерального сырья, например, на природные цеолиты Якутии.

3. Проводились ли исследования по определению оптимальной подвижности бетонной смеси на основе геополимеров для мелкозернистых бетонов? Как вид минерального сырья влияет на удобоукладываемость и, в целом, каковы оптимальные показатели по подвижности бетонных смесей?

4. Хотелось бы увидеть больше перспектив областей применения геополимеров кроме стеновых изделий, например, в качестве компонентов закладных смесей в горной промышленности, в качестве компонента монолитных железобетонных конструкций.

**7. Гагарина Владимира Геннадьевича, доктора технических наук (05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения), профессора, заведующего лабораторией «Строительная теплофизика», ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики» (НИИСФ РААСН) замечание:**

Что подразумевает подбор временных и температурных параметров термической сушки? Насколько это целесообразно с точки зрения энергоемкости производства? О каких сроках твердения геополимера идет речь при условиях термической сушки в сравнении с естественным воздушным твердением? (Рис. 1, стр. 13).

**8. Севрюгиной Надежды Савельевны, доктора технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), доцента, профессора кафедры технической сервис машин и оборудования ФБГОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» замечания:**

1. Из автореферата недостаточно понятно: на основании чего было установлено наличие металлического намола и в каком количестве именно в перлитовом ГПВ; подвергались ли механоактивации другие компоненты; оказывал ли металлический наamol негативное влияние в этих системах?

2. Автореферат, таблица 4: следует уточнить, чем обусловлен выбор расходов минеральных модификаторов (различные значения)?

**9. Яковлева Григория Ивановича, доктора технических наук (05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы), профессора, заведующего кафедрой «Строительные материалы, механизация и геотехника» ФБГОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», замечания:**

1. Поясните различие между последними и двумя наиболее значимыми приведенными критериями эффективности алюмосиликатного сырья. На мой взгляд, критерий « $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  соотношение» является количественным уточнением критерия «алюмосиликатного состава». В таком случае, что подразумевает критерий алюмосиликатного состава? (Стр. 14).

2. Какие материалы относятся к синтетическим алюмосиликатам, и возможно ли комбинированное применение двух или трех видов одновременно? Насколько эффективен и целесообразен такой подход с точки зрения эксплуатационных и экономических характеристик конечного геополимерного продукта? (Стр. 15).

**10. Котляра Владимира Дмитриевича, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Строительные материалы» ФБГОУ ВО «Донской государственный технический университет», замечания:**

1. В автореферате, в общей характеристике работы, автору желательно сразу было бы привести принятое им определение геополимерного вяжущего, так как в нашей стране для данных материалов используются различные термины. Также желательно было бы обозначить хотя бы в общем плане критерии, по которым автор природное и техногенное сырьё относит к алюмосиликатному.

2. На странице 17 автореферата и на рис. 7 автор приводит и показывает влияние степени кристалличности алюмосиликатов на изменение удельной

поверхности, среднего размера частиц в высокощелочной среде и формирование прочностных характеристик ГПВ, а также зависимость между степенью кристалличности вещества и его реакционной способностью. Известно, что степень кристалличности многих минералов и криптокристаллических соединений чётко определяется рентгеноструктурным методом. Из автореферата не ясно, применял ли автор, данный метод для оценки степени кристалличности используемых им в работе природных и техногенных материалов.

3. На стр. 22 автореферата автор указывает, что ответственным за формирование прочного и плотного геополимерного каркаса является наличие и концентрация щелоче-алюмосиликатной аморфной фазы и кристаллических минеральных образований группы полевых шпатов (анортит), фельдшпатоидов (канкринит, альбит) и цеолитов (содалит), как продуктов геополимерационного процесса. Однако на рис. 10 на некоторых рентгенограммах отмечено наличие минерала трона ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) в достаточно большом количестве, который растворим в воде и является не прочным. Не понятно установлены ли автором какие-либо ограничения по содержанию данного минерала.

**11. Шошина Евгения Александровича, доктора технических наук (2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), доцента, профессора кафедры «Строительные материалы, конструкции и технологии» и Тимохина Дениса Константиновича, кандидата технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента, заведующего кафедрой «Строительные материалы, конструкции и технологии» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», замечания:**

1. На странице 4 автореферата соискателем отмечено, что ограничивающим фактором в развитии геополимеров является «...отсутствие сформулированных систематизированных принципов, позволяющих с высокой степенью точности выявлять и классифицировать критерии эффективности; отсутствие прогнозно-оценочных методик и т.д.». При этом, учитывая, что направление геополимеров имеет зарубежные «корни», следует уточнить, отмеченная проблема характерна только для российского научного сообщества, или она имеет общемировой масштаб?

2. Стр. 9. «...мелкозернистый бетон (МЗБ)... марками по прочности М75–М600,...». Не ясно, почему соискатель определяет качество геополимерных составов МЗБ в марках, а не в классах?

3. Рис. 2. Справа строка «По виду активирующих щелочных ионов» – указаны ионы Магния и Кальция, которые являются не щелочными, а щелочноземельными. Данную формулировку следует откорректировать.

4. Рис. 2. В термине «Наноструктурированное вяжущее» допущена опечатка.

5. Стр. 18 автореферата, предпоследний абзац: «...рентгеноаморфной составляющей (97,5 %)». Учитывая, что аморфная фаза на РФА не проявляется, как определялось ее содержание? Вычитанием доли кристаллических фаз из 100%?

**12. Кудякова Александра Ивановича, доктора технических наук (2.1.5 – Строительные материалы и изделия), профессора кафедры «Строительные материалы и технологии» и Аникановой Любови Александровны, кандидата технических наук (2.1.5 – Строительные материалы и изделия), доцента кафедры «Строительные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», замечания:**

1. Некоторые приведенные в автореферате научные данные не адаптированы к современным технологическим требованиям или нормам национальных стандартов, что может вызвать трудности при формовании изделий и внедрении технологических решений. Составы пенобетона и мелкозернистых бетонов в таблицах 2 и 4 приводятся в процентах, а на практике дозировка компонентов осуществляется в килограммах или в литрах на  $1 \text{ м}^3$ .

2. Прочностные характеристики мелкозернистого бетона оцениваются иногда маркой, а не классом (например, М75-М600 или М50-М300, стр. 9).

3. Отсутствуют статистические данные оценки однородности параметров качества бетонов.

4. Какие фактически составы использованы при проведении экспериментальных исследований на предприятии, с указанием подвижности смеси и технологии формования?

Все отзывы положительные.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия, которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемых автором, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзывах на диссертационную работу. **Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (ЛГТУ) является одним из ведущих строительных университетов России. Важная роль отводится в ЛГТУ научно-исследовательской и научно-производственной деятельности, реализующей приоритетные направления строительного комплекса страны, включая проблемы архитектуры и градостроительства, строительных конструкций, строительного материаловедения, строительных технологий и техники, экологической безопасности строительства и другие. Одним из направлений научно-исследовательской деятельности научной школы ЛГТУ является разработка энергоэффективных вяжущих и бетонов с использованием промышленных отходов алюмосиликатного состава.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана научная концепция** комплексного управления процессами фазо- и структурообразования в системе « $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MeO}$ » при получении геополимерных вяжущих атермального синтеза на основе природного и техногенного алюмосиликатного сырья, и производстве на их основе строительных материалов плотной и ячеистой структуры. Предложены научно-технологические принципы синтеза геополимерных вяжущих, заключающиеся в щелочной активации низкокальциевого алюмосиликатного сырья с учетом совокупности его генетически обусловленных фазово-размерных характеристик: соотношения основных оксидов  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ; наличия катионов щелочных ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) и концентрации

щелочноземельных ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) металлов; структуры (скрытокристаллическая, аморфная);

**предложена научная гипотеза**, заключающаяся в необходимости выбора алюмосиликатного сырья и оценки его потенциальной эффективности через призму фазово-размерной гетерогенности (ФРГ) как интегрального параметра совокупности критериев оценки, определяемых генетически-обусловленными характеристиками сырьевых компонентов в комплексе с технологическими особенностями их подготовки для использования в технологии геополимерного синтеза с целью повышения степени вовлечения энергетического потенциала алюмосиликатной составляющей, как основы геополимерной системы, в процессы структурообразования и, как следствие, качества конечного геополимерного материала;

**доказана** прямая зависимость между реакционной способностью алюмосиликатного компонента, проявляющейся в растворимости в высокощелочной среде с образованием щелочеалюмосиликатного геля, и степенью эффективности протекания геополимерного синтеза в системе « $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MeO}$ »; **доказана** активирующая роль структурно-связанных катионов щелочных металлов в составе алюмосиликатного компонента, проявляющаяся в условиях механоактивации сырья, наличие которых позволяет сохранить стехиометрию системы и обеспечить эффективность процесса структурообразования при сниженном количестве дополнительно вводимого щелочного активатора;

**введены** критерии оценки алюмосиликатных материалов как сырья для геополимеров, позволяющие качественно и количественно оценить их пригодность и эффективность для синтеза ГПВ, что позволит получать композиты с требуемой структурой и свойствами, и повышенной технико-экономической эффективностью;

**введены** методологические принципы оценки реакционной способности алюмосиликатов в условиях геополимерного синтеза, заключающиеся в использовании комплексных коэффициентов, рассчитываемых с учетом количественных параметров химического, фазово-минерального составов, структуры и гранулометрии сырья.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений о принципах управления структуро- и фазообразованием в системе « $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MeO}$ » при получении геополимерных вяжущих атермального синтеза, влияния генетически обусловленных фазово-структурных и химических особенностей алюмосиликатного сырья, параметров реакционной (высокощелочной) среды, компонентного состава щелочеалюмосиликатного геля и технологических условий твердения на структурообразующие геополимеризационные процессы и эксплуатационные свойства конечных композитов, расширяющие представления о направленном структурообразовании в вяжущих системах щелочной активации;

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных физико-химических методов исследования, стандартных методик экспериментальных исследований и обработки их результатов, что позволило получить воспроизводимые и согласующиеся между собой экспериментальные данные, а также новые зависимости, не противоречащие современным научным представлениям;

**изложены** факторы и доказательства механизма структурообразования геополимерных вяжущих на основе низкокальциевого сырья, заключающегося в активации алюмосиликатного прекурсора путем его растворения в высокощелочной среде активирующего агента с последующим формированием аморфного щелочеалюмосиликатного геля и характера влияния минеральных добавок (портландцемент / каолин / метакаолин) при модификации геополимерного вяжущего на структурообразование ГПВ и пенобетонной смеси на его основе;

**изучены** принципы формирования структурно-фазовых вариаций щелочеалюмосиликатного каркаса при разных комбинациях в системе параметров «структурные особенности  $\text{SiO}_2$ -мотива – компонентный состав – условия твердения», что позволило осуществить позиционирование геополимеров как разновидности щелочеактивированных вяжущих систем на концептуальной терминологической и химико-структурной проекциях «химически активированные минеральные вяжущие».

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** составы и технологии производства материалов плотной и ячеистой структуры на основе ГПВ (в том числе модифицированного): мелкозернистого бетона на основе алюмосиликатов аморфной структуры (на примере зол-уноса ТЭС) и скрытокристаллической структуры (на примере перлита) и на заполнителях различной природы (кварцевый песок и отсев дробления перлита) с показателями средней плотности 1950–2300 кг/м<sup>3</sup>, марками по прочности М50–М600, марками по морозостойкости F25–F100 и коэффициентами теплопроводности 0,19–0,71 Вт/м·°С; пенобетона с прочностью на сжатие 2,44–4,37 МПа, средней плотностью 490–730 кг/м<sup>3</sup>, коэффициентом теплопроводности 0,101–0,164 Вт/м·°С, усадкой при высыхании не более 3 мм/м, удовлетворяющего требованиям нормативных документов для конструкционно-теплоизоляционных изделий: маркам по плотности D500–D800, классам по прочности В1,5–В3. Результаты исследований внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров направлений 08.03.01 – «Строительство» и 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов»; магистров направлений 08.04.01 – «Строительство», 28.04.01 – «Наноматериалы»; аспирантов направления 08.06.01 – «Техника и технологии строительства»; а также легли в основу учебных пособий и методических рекомендаций;

**определены** перспективы практического использования: технологии получения геополимерных вяжущих при производстве бетонных изделий плотной и ячеистой структур; теоретических результатов исследований в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Строительство», «Наноматериалы»;

**созданы** система практических рекомендаций и алгоритм использования результатов разработки геополимерных вяжущих в практике производства щелочеактивированных материалов; пакет нормативных документов, обеспечивающих внедрение результатов диссертационной работы;

**представлены** рекомендации по получению геополимерных вяжущих и материалов на их основе с плотной и ячеистой структурами и предложения по дальнейшим исследованиям в направлении расширения спектра композитов строительного назначения в группе бесклнкерных щелочеактивированных систем,

с учетом предъявляемых к изделиям требований, технологических аспектов их получения и особенностей условий эксплуатации.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном современном научно-исследовательском оборудовании, согласно соответствующим государственным стандартам, с использованием методов статистической обработки; воспроизводимость результатов лабораторных исследований подтверждена большим объемом экспериментальных данных; использован комплекс аналитических и технологических подходов, физических и физико-химических методов исследований и современного оборудования;

**теория** построена на фундаментальных основах строительного материаловедения, технологической минералогии, химической технологии, а также на известных, проверяемых данных, касающихся физико-химических основ синтеза геополимеров, как разновидностей материалов щелочной активации, и согласуется с экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в отечественных и зарубежных изданиях;

**идея базируется** на проведенном аналитическом обзоре научной литературы, фундаментальных и прикладных исследованиях отечественных и зарубежных ученых, посвященных способам получения щелочеактивированных вяжущих, в частности, геополимеров, и их использованию в технологиях получения строительных композитов;

**использованы** данные научных исследований известных российских и зарубежных ученых по: генетически обусловленным характеристикам алюмосиликатного сырья, соотношению компонентов в сырьевой смеси, условиям твердения и особенностям структурообразования в бесклнкерных системах щелочной активации;

**использованы** современные методики сбора и обработки информации: методы математической статистики и методики обработки информации с получением уравнений регрессии; проведено достаточное количество повторений экспериментов; использовано сравнение полученных разными методами анализа результатов, подтверждающих их сходимость; результативно применен комплекс физико-химических методов анализа с использованием современного аналитического оборудования.

**Личный вклад соискателя состоит в:** разработке научно-технологических основ синтеза геополимерных вяжущих и материалов на их основе путем направленного учета совокупности генетически обусловленных фазово-размерных характеристик используемого природного и техногенного алюмосиликатного сырья; в постановке и проведении теоретических и экспериментальных исследований; в разработке методик исследования и обработке результатов; в обобщении и интерпретации результатов, формулировании выводов, рекомендаций для использования результатов и перспективных направлений продолжения исследований; подготовке основных публикаций по результатам исследований; проведении апробации результатов работы. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством.

**В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.**

Соискатель Кожухова Н.И. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

**Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученой степени.** Диссертация Кожуховой Натальи Ивановны соответствует п.9 Положения о присуждении ученой степени доктора наук, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технологические решения, направленные на разработку геополимерных вяжущих атермального синтеза на основе природного и техногенного алюмосиликатного сырья, с учетом совокупности его генетически обусловленных фазово-размерных характеристик, и получения на основе разработанных геополимерных вяжущих материалов плотной и ячеистой структуры, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие современных ресурсо- и энергосберегающих технологий промышленности строительных материалов и страны в целом.

**На заседании 20 июня 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку** научно-технологических основ синтеза геополимерных вяжущих системы « $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MeO}$ », полученных на основе природного и техногенного алюмосиликатного сырья, для производства строительных материалов плотной и ячеистой структуры **присудить Кожуховой Н.И. ученую степень доктора технических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0.

Председатель  
диссертационного совета

Учёный секретарь  
диссертационного совета

20.06.2025 г.



Валерий Анатольевич Уваров

Денис Юрьевич Суслов