

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. ректора
ФГБОУ ВО «Уфимский
государственный авиационный
технический университет»


Р. Д. Алчанова
«29»  2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Диссертация «Геоинформационная система управления геоэкологическим риском» выполнена на кафедре безопасности производства и промышленной экологии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Белозерова Елена Алексеевна обучалась в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по специальности 25.00.36 – Геоэкология.

Работала в ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» с 2015 по 2018 гг. инженером и ассистентом, с 2021 по настоящее время старшим преподавателем на кафедре безопасности производства и промышленной экологии.

В 2012 г. окончила ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (история и философия науки и иностранный язык) выдано в 2021 году ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Справка о сдаче кандидатского экзамена по специальности 25.00.35 - Геоинформатика выдана 2021 г. ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Красногорская Наталия Николаевна, научный консультант ООО «Научно-производственное объединение «Юнисол».

1. По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация Белозеровой Е.А. является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней. В диссертации изложены новые научно обоснованные технологические решения для управления водными ресурсами, имеющие существенное значение для развития страны.

2. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

- методика геомоделирования расходов воды в реках на территориях с недостаточной гидрологической изученностью;
- методология определения фрактальной размерности гидрографической сети;
- фрактальная размерность гидрографической сети, как тип данных, используемых в геоинформационных системах при характеристике водосборной территории;
- зависимости между фрактальной размерностью гидрографической сети и: разветвленностью речной сети, водностью водосборной территории (коэффициент наводнений) и расходами воды в реках;
- геоинформационная система прогнозирования риска истощения и загрязнения водосборной территории на основе разнородных пространственных данных.

В основных работах, приведенных в автореферате, соискателем лично получены следующие результаты:

- в работах [7,8,14,19] рассматриваются возможности применения фрактальной геометрии для изучения водных объектов. Предложен способ оценки изменения пойменно-русловых комплексов с помощью фрактального анализа. Разработана методика определения самоочищающей способности рек на основе фрактальной геометрии. Разработана программа для расчета доли рек с длинами заданного диапазона на основе фрактальной размерности водосборного бассейна;
- работы [12, 21] посвящены разработке методологии определения фрактальной размерности гидрографических сетей. Проведен сравнительный анализ шести программ расчета фрактальной размерности методом box-counting. Авторами разработана программа «Автоматизированный расчет фрактальной размерности» (АРФР), обладающая рядом достоинств по сравнению с другими программами, а именно: автоматическая обработка и минимизация субъективного фактора при определении фрактальной размерности, возможность работы с изображениями в формате jpg, отсутствие влияния цветового диапазона исследуемого изображения на результаты

расчета, снижение трудозатрат при расчете фрактальной размерности водосборной территории;

– в работах [3,9,15,17] изложены методы прогнозирования гидрологических параметров на территориях с недостаточной гидрологической изученностью с помощью геоинформационного моделирования и элементов искусственного интеллекта. В работах [9, 17] предложен и апробирован метод корреляции карт – геостатистический метод, основанный на подборе реки-аналога по интерполяции коэффициентов корреляции гидрографов рек и определении расхода воды на основе реки-аналога с наибольшей корреляцией. Исследование проводилось с использованием данных ежедневных расходов воды за 25 лет в реках на 25 гидрологических створах водосбора р. Уфа. По результатам установлено, что недостаточно выбирать реку-аналог только по самому наибольшему значению коэффициента корреляции гидрографов. Разработан алгоритм метода корреляции карт, состоящий из нескольких этапов: определение корреляции гидрографов в створах, разделение территории по водосборам, определение реки-аналога по максимальной корреляции в пределах водосборного бассейна. Для сокращения времени расчета методика реализована в виде программы для ЭВМ [15]. Метод корреляции карт применительно к большим и средним рекам, относящихся к одному бассейну, показал, что относительная погрешность определения расходов воды для рек не превышает 11%.

В [3] Предложены методы восстановления пропущенных гидрологических данных при наличии и отсутствии данных наблюдений пунктов на реках-аналогах. Построено и обучено 5000 искусственных нейронных сетей трех архитектур: многослойный персептрон (MLP), радиально-базисные функции (RBF), обобщенно-регрессионные сети (GRNN). Установлено, что наилучшей для восстановления пропусков в рядах гидрологических, метеорологических и астрономических данных является сеть GRNN, а для восстановления гидрохимических данных - сети GRNN и RBF. Нейросетевые модели восстановления гидрологических данных апробированы на примере р. Белая;

– в работах [1, 2, 4, 5, 16, 18, 22] рассмотрена оценка геоэкологического риска пойменно-русловых комплексов с помощью геоинформационных систем. В [1] предложена методика комплексной оценки геоэкологического риска пойменно-руслового комплекса, включающая в себя оценку риска истощения пойм по видовому составу растительности и риска истощения пойм по эколого-гидрологическому состоянию. В исследовании [22] представлены основные этапы принятия управленческих решений на основе анализа риска загрязнения и истощения водосборной территории муниципального образования, включающая в себя определение рисков истощения и загрязнения водных объектов для административно-территориальных единиц. Методика расчета геоэкологического риска количественного и качественного истощения водных ресурсов реализована в виде программы для ЭВМ [13].

В целях упрощения работы с данными сформированы гидрологические и гидрохимические базы данных: «Гидрохимические показатели р. Белая и ее притоков», «Основные характеристики поймы р. Белая и ее основных притоков» [10, 11];

– работы [6, 20] посвящены мероприятиям по восстановлению водных объектов и управлению их самоочищением.

3. Достоверность полученных результатов подтверждается:

– согласованностью полученных результатов с трудами других исследователей и внутренней непротиворечивости результатов исследования их фундаментальным основам;

– использованием нормативных документов и правил в области проектирования геоинформационных систем;

– применением апробированных методик математического и геоинформационного моделирования, статистики, системного анализа;

– апробацией результатов исследования на конференциях и публикациями в открытой печати.

4. Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработана и реализована методика геомоделирования расходов воды в реках при недостаточности данных гидрометрических наблюдений.

2. Разработана методология определения фрактальной размерности гидрографической сети.

3. Установлены зависимости между фрактальной размерностью гидрографической сети и ее гидрологическими характеристиками: соотношения рек с длинами заданного диапазона, распределение коэффициента наводнений на водосборной территории, расход воды в реках.

4. Создана геоинформационная системы для поддержки принятия решений при управлении рисками истощения и загрязнения водосборной территории на основе разнородной пространственной информации.

5. Практическая значимость работы:

1. Созданы базы данных:

«Гидрохимические показатели р. Белая и ее притоков»;

«Основные характеристики поймы р. Белая и ее основных притоков».

2. Разработаны программы для ЭВМ:

– автоматизированный расчет фрактальной размерности;

– расчет геоэкологического риска количественного и качественного истощения водных ресурсов;

– определение доли рек с длинами заданного диапазона на основе фрактальной размерности водосборного бассейна;

– моделирование расходов воды в реках на основе данных эталонного поста.

3. Разработана геоинформационная система для оценки риска истощения и загрязнения поверхностных вод с использованием разнородных пространственных данных.

4. Разработаны основы методологии использования пространственных данных разных типов для проектирования систем поддержки принятия решений для управления геоэкологическим риском в границах хозяйствующего субъекта.

6. Ценность научной работы соискателя заключается в том, что в результате выполненных исследований:

- разработан метод пространственного прогнозирования гидрологических характеристик для водных объектов с недостаточной гидрологической изученностью;

- разработан единый подход к определению фрактальной размерности водосборной территории;

- обоснована возможность использования фрактальной размерности гидрографической сети, в качестве данных для оценки гидрологического риска на водосборной территории;

- создана геоинформационная система управления гидрологическими рисками водосборной территории на основе разнородных пространственных данных.

7. Обоснование выбора специальности:

Диссертация соответствует специальности 1.6.20.Геоинформатика, картография в части:

- теоретических и экспериментальных исследований в области развития научных и методических основ геоинформатики;

- геоинформационных системы (ГИС) разного назначения, типа (справочные, аналитические, экспертные и др.), пространственного охвата и тематического содержания;

- баз и банков цифровой информации по разным предметным областям, а также системы управления базами данных;

- геоинформационного картографирования и других видов геомоделирования, системного анализа многоуровневой и разнородной геоинформации.

Отрасль науки – технические науки, поскольку приведенные результаты исследований дают существенный технический эффект при использовании и внедрении.

8. Полнота изложения материалов диссертации:

По теме диссертации опубликовано 22 работы, в том числе 7 статей в журналах, включенных в перечень рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, индексируемых в реферативных базах Web of Science и Scopus, 2 электронные базы данных и 4 программы для ЭВМ, 7 публикаций в иных изданиях.

Статьи в журналах, включенных в перечень ВАК:

1. Красногорская, Н.Н. Оценка геоэкологического риска истощения пойменно-руслового комплекса с применением методов геоинформационного моделирования/ Н.Н. Красногорская, Э.В. Нафикова, И.Е. Дубовик, М.Ю. Шарипова, **Е.А. Белозерова** // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — №11. — С. 3—7.

2. Красногорская, Н. Н. Изменение таксономической структуры сообществ водорослей экотонных при переходе от водной к наземной среде обитания. — Безопасность жизнедеятельности/ Н. Н. Красногорская, Э. В. Нафикова, И. Е. Дубовик, М. Ю. Шарипова, **Е.А. Белозерова** // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — №11. — С. 49—54.

3. Красногорская, Н. Н. Восстановление пропущенных геоэкологических данных с помощью элементов искусственного интеллекта (на примере характеристик водосборного бассейна реки Белая) / Н. Н. Красногорская Э. В. Нафикова, **Е.А. Белозерова** // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — №11. — С. 55—59.

4. Красногорская, Н. Н. Эпифитные сообщества цианопрокариот и водорослей древесных растений г. Уфы и возможность их использования в биоиндикации/ Н. Н. Красногорская, Э. В. Нафикова, И. Е. Дубовик, М. Ю. Шарипова, **Е.А. Белозерова** // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — №11. — С. 27—31.

5. Красногорская, Н. Н. Комплексная оценка качества воды реки Белая Республики Башкортостан/ Н.Н. Красногорская, Э. В. Нафикова, И. Е. Дубовик, М. Ю. Шарипова, **Е.А. Белозерова** // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — №11. — С. 36—40.

6. Красногорская, Н.Н. Использование малой гидроэнергетики как экологичного и энергоэффективного альтернативного источника энергии / Н.Н. Красногорская, Э.В. Нафикова, Ю.А. Тунакова, О.Н. Кузнецова, **Е.А. Белозерова** // Вестник Казанского технологического университета. —2015. — т.18, №18. — С. 234—237.

7. Тунакова Ю.А. Разработка методики определения самоочищающей способности рек на основе фрактальной геометрии для установления допустимого антропогенного воздействия / Ю.А. Тунакова, Н.Н. Красногорская, Э.В. Нафикова, О.Н. Кузнецова, **Е.А. Белозерова** // Вестник Казанского технологического университета. — 2015. — т.18, №19. — С.249 — 254.

Статьи в журналах, индексируемых в базах Scopus или Web of Science

8. Krasnogorskaya, N.N. Fractal analysis application to the floodplain-channel systems development research (by the example of the river Belaya, Republic of Bashkortostan) / N. N. Krasnogorskaya, E. V. Nafikova, **E. A. Belozerova** //International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. — SGEM. — 2014. — P. 445—453.

9. Krasnogorskaya, N.N. The map-correlation method for ungauged catchments runoff prediction in Ufa River, Russian Federation / N.N. Krasnogorskaya, **E. A.**

Свидетельства о регистрации баз данных:

10. Красногорская, Н.Н. Гидрохимические показатели р. Белая и ее притоков/ Н.Н. Красногорская, **Е.А. Белоzerova** и др. // Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620517 от 31.03.2014. — 2014.

11. Красногорская, Н.Н. Основные характеристики поймы р. Белая и ее основных притоков/ Н.Н. Красногорская, **Е.А. Белоzerova** и др. // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620523 от 02.04.2014. — 2014.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

12. Красногорская, Н.Н. Автоматизированный расчет фрактальной размерности / Н.Н. Красногорская, **Е.А. Белоzerova** и др. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618323 от 14.08.2014. — 2014.

13. Красногорская, Н.Н. Расчет геоэкологического количественного и качественного истощения водных ресурсов / Н.Н. Красногорская, **Е.А. Белоzerova** и др. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № №2014613153 от 19.03.2014. — 2014.

14. Красногорская, Н.Н. Определение доли рек с длинами заданного диапазона на основе фрактальной размерности водосборного бассейна» / Н.Н. Красногорская, **Е.А. Белоzerova** и др. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614257 от 10.04.2017. — 2017.

15. **Белоzerova Е.А.** Моделирование расходов воды в реках на основе данных эталонного поста/ **Е.А. Белоzerova**// Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022613375 от 14.03.2022. — 2022.

Статьи в иных изданиях:

16. Krasnogorskaya N.N. Risk assessment of qualitative and quantitative water resources depletion / N.N. Krasnogorskaya, E.V. Nafikova, **Е.А. Белоzerova** // *Global Science and Innovation: materials of the I International Scientific Conference*. Vol. 2. — Chicago, USA: Publishing office Accent Graphics communications, 2013. — P. 326—337

17. **Belozerova E.** Selection of Reference Stream Gauges at the River Ufa Catchment / **Е. Белоzerova**, N. Krasnogorskaya, A. Longobardi, E. Nafikova // *International Journal of Environmental Science*. — 2016. — № 1. — P. 156 —162.

18. Красногорская Н.Н. Количественная и качественная оценка поверхностного стока урбанизированной территории / Н.Н. Красногорская, С.А. Мусина, **Е.А. Белоzerova** // Материалы XIV Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем» Экология-2018. Т. 1. — Уфа, 2018. — С. 148 —156.

19. Красногорская Н.Н. Фрактальная модель вероятности паводковых наводнений на примере бассейна реки Уфа / Н.Н. Красногорская, **Е.А. Белоzerova**, С.А. Мусина., Э.В. Нафикова // Материалы XIV

Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем» Экология-2018. Т.1. —Уфа, 2018. — С. 143 — 148.

20. Красногорская Н.Н. Снижение накопленного негативного воздействия на окружающую среду на примере р. Шугуровка/ Н.Н. Красногорская, Е.А. Белозерова // Сборник: Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 20-й международной научной конференции. В двух частях. — Минск, 2020. — С. 388 —390. DOI: 10.46646/SAKH-2020-2-388-390.

21. Красногорская Н.Н. Методология определения фрактальной размерности водосборной территории/ Н.Н. Красногорская, Е.А. Белозерова // Гидрометеорология и экология — 2021. — №62 — С. 52—74. DOI: 10.33933/2074-2762-2021-62-52-74.

22. Красногорская Н.Н. Разработка геоинформационной системы поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами / Н.Н. Красногорская, Е.А. Белозерова // Гидрометеорология и экология — 2021. — №65. — С.702—725. DOI: 10.33933/2713-3001-2021-65-702-725.

Диссертация Белозеровой Е.А. соответствует п.14 Положения о присуждении ученых степеней:

- отсутствует недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученых степеней работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;
- соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

Диссертация на тему: «Геоинформационная система управления геоэкологическим риском» Белозеровой Елены Алексеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20.Геоинформатика, картография.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Безопасность производства и промышленная экология»

Присутствовало на заседании: 16 человек, в том числе 6 докторов наук.

Результаты голосования: «за» - 16 человек, «против» - 0, воздержалось 0.

Протокол № 30 от 28.06.2022 года.

Заведующий кафедрой
«Безопасность производства и
промышленная экология»,
к.г.н., доцент

А.Н. Елизарьев