

## МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 556:551.43:004.9

doi: 10.31774/2712-9357-2025-15-2-174-190

### Способ создания цифровой модели рельефа для водосборной площади малой реки

Даниил Сергеевич Искричев<sup>1</sup>, Юрий Германович Безбородов<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,  
Москва, Российская Федерация

<sup>1</sup>iskri4ev@mail.ru

<sup>2</sup>ubezborodov@rgau-msha.ru

**Аннотация.** Цель: разработка и апробация метода построения цифровой модели рельефа для водосборной площади малой реки с использованием программного обеспечения AutoCAD Civil 3D, а также проведение пространственного анализа гидрологических характеристик. **Материалы и методы.** Объектом исследования выступал бассейн малой р. Локнаш (Московская область) протяженностью 14 км. Исходными данными являлись топографические карты. Для создания цифровой модели рельефа использована система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD Civil 3D. **Результаты.** В ходе исследования разработана методика создания цифровой модели рельефа, включающая: 1) перевод в векторный вид горизонталей и установление для них высотной отметки; 2) создание цифровой модели рельефа с использованием модуля создания поверхности; 3) определение водосборной площади; 4) создание тематических карт перепадов высот и уклонов территории водосбора, водосборных площадей, направлений стока и др. В результате исследований для бассейна малой р. Локнаш на основе полученной цифровой модели рельефа были определены границы водосборной площади – 2477 га, классифицированы типы водосборов и построены карта уклонов, карта направлений водотоков и продольный профиль реки. Установлены четыре зоны по уклону русла реки, для которых рассчитаны скорости течения по формуле Шези: от 0,25 до 0,80 м/с при среднем значении 0,40 м/с. Выявлены участки с повышенными уклонами, наиболее подверженные эрозии и диффузному смыву. **Выводы.** Разработанный подход позволил получить более точные пространственные данные по сравнению с данными космоснимков, используемых для определения водосборных площадей в ГИС. Предложенный способ создания цифровой модели рельефа в AutoCAD может быть эффективно применен для анализа малых речных бассейнов, что обеспечивает обоснование мелиоративных мероприятий, оценку гидрологических рисков и планирование устойчивого природопользования.

**Ключевые слова:** цифровая модель рельефа, малая река, бассейн реки, территория водосбора, уклон местности, продольный профиль реки

**Для цитирования:** Искричев Д. С., Безбородов Ю. Г. Способ создания цифровой модели рельефа для водосборной площади малой реки // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 2. С. 174–190. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-174-190>.

## LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

### Method for creating a digital relief model for the small river watershed area



**Daniil S. Iskrichev<sup>1</sup>, Yuri G. Bezborodov<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

<sup>1</sup>iskri4ev@mail.ru

<sup>2</sup>ubezborodov@rgau-msha.ru

**Abstract. Purpose:** to develop and test a method for constructing a digital relief model for the small river watershed using AutoCAD Civil 3D software, as well as to conduct a spatial analysis of the hydrological characteristics. **Materials and methods.** The object of the study was the basin of the small Loknash River (Moscow Region) with a length of 14 km. The initial data were topographic maps. To create a digital relief model, the AutoCAD civil 3D automated design and drawing system was used. **Results.** In the course of research, a methodology for creating a digital relief model, including: 1) converting contours into vector form and establishing an elevation point for them; 2) creating a digital relief model using the surface generation module; 3) determining the watershed area; 4) creating thematic maps of elevation and slopes differences of the watershed territory, watershed areas, runoff directions, etc., was developed. As a result of the research, the boundaries of the watershed area for the small Loknash River basin, based on the obtained digital relief model, were determined – 2477 hectares, the types of watersheds were classified and a slope map, a map of watercourse directions and a longitudinal profile of the river were constructed. Four zones were determined by the slope of the river bed, for which the flow velocities were calculated using the Chezy formula: from 0.25 to 0.80 m/s with an average value of 0.40 m/s. Areas with increased slopes, most susceptible to erosion and diffuse washout, were identified. **Conclusions.** The developed approach made it possible to obtain more accurate spatial data compared to space imagery data used to determine watershed areas in GIS. The proposed method for creating a digital relief model in AutoCAD can be effectively applied for analysis of small river basins, which provides justification for reclamation measures, assessment of hydrological risks and planning for sustainable environmental engineering.

**Keywords:** digital relief model, small river, river basin, watershed area, terrain slope, longitudinal river profile

**For citation:** Iskrichev D. S., Bezborodov Yu. G. Method for creating a digital relief model for the small river watershed area. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2025;15(2):174–190. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-174-190>.

**Введение.** В условиях современного развития геоинформационных технологий создание точных и детализированных цифровых моделей рельефа (ЦМР) становится важной задачей для различных областей науки и практики, включая гидрологию, экосистемные исследования и управление водными ресурсами [1]. Особенно актуально это для анализа водосборных бассейнов малых рек, где пространственные и временные характеристики рельефа имеют существенное значение для предсказания гидрологических процессов, оценки устойчивости экосистем и разработки мероприятий по охране окружающей среды [2]. Цифровая модель рельефа водосбора пред-

ставляет собой географическую информацию, которая может быть использована для оценки топографических особенностей, расчета водообеспеченности, моделирования потоков воды и определения зон риска. В данном контексте важную роль играют методы сбора, обработки и визуализации пространственных данных, позволяющие создать точные карты и эффективно анализировать изменения в ландшафтных характеристиках региона. Как правило, цифровая модель выражается в двумерном массиве точек с определяемой высотой. ЦМР может быть использована для решения различных задач, таких, как проектирование, охрана и защита земель, планирование мелиоративных и иных мероприятий. Вопросы моделирования поверхностного стока достаточно давно изучаются научным сообществом, многие научные труды посвящены процессам формирования, анализу и характеру стока, определению закономерностей и иных характерных особенностей [3]. Цель данной работы заключалась в том, чтобы предложить способ создания и анализа ЦМР водосборной площади малой реки. Одними из самых популярных программных комплексов для работы с водосборными площадями являются ГИС-программы QGIS, ArcMap и т. п. [4]. В настоящей работе предлагается альтернативный способ создания ЦМР и тематических карт водосборной площади, которая имеет ряд особенностей по сравнению с аналогами.

**Материалы и методы.** Локнаш – малая река в Московской области, исток находится в районе деревни Ковылино городского округа Клин, устье – у деревни Фадеево Волоколамского городского округа. Протекает большей частью в лесной зоне, некоторые участки заболочены. Длина водотока – 14 км. Плотиной в районе деревни Каверино образовано небольшое водохранилище. По данным Государственного водного реестра России, относится к Верхневолжскому бассейновому округу. Речной бассейн – (Верхняя) Волга до Куйбышевского водохранилища (без бассейна

Оки), речной подбассейн – бассейны притоков (Верхней) Волги до Рыбинского водохранилища, водохозяйственный участок – Волга от города Твери до Иваньковского гидроузла [5]. Основная работа выполнялась на основе открытых данных, ЦМР создавалась на основе топографических карт. Особенность создания ЦМР в данной работе заключается в использовании системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD Civil 3D [6]. Данный способ является альтернативным по сравнению с наиболее часто встречающимися способами создания ЦМР в ГИС, таких, как QGIS, ArcGIS. Главное отличие, на наш взгляд, заключается в том, что получаемая ЦМР, созданная на основе геодезических изысканий, а именно топографической карты, является более точной и актуальной. В ГИС для создания ЦМР используются космоснимки. Несмотря на различные методы фильтрации получаемых данных, все же они могут содержать различного рода неточности [7]. Для создания цифровой модели рельефа водосбора малой реки и формирования тематических карт в рамках данного исследования была разработана методика, включающая несколько ключевых этапов.

1) Векторизация имеющейся в растре топографической карты, а именно: перевод в векторный вид горизонталей и установление для них высотной отметки.

2) На основе векторизованных горизонталей с применением программного метода интерполяции, используя алгоритм Ригинга или соседних значений для улучшения плотности и точности рельефных данных, при помощи модуля создания поверхности была сформирована ЦМР.

3) Определение водосборной площади. Для этой цели была использована функция программы «водосборный бассейн», путем задания точек слива по течению реки программно определены водосборные участки, которые в совокупности образовали водосборную площадь малой р. Локнаш.

4) На основе ЦМР и гидрологических расчетов были созданы:

- тематические карты, включающие карты перепадов высот и уклонов территории водосбора;
- продольный профиль реки для оценки гидрологического поведения территории;
- карты водосборных площадей, направлений стока, откосов (с использованием модели потоков).

Данная методика позволяет создать детализированные цифровые модели рельефа водосбора малых рек и эффективно использовать их для дальнейших исследований, включая оценку гидрологических процессов, моделирование паводков и экологическое планирование.

**Результаты и обсуждения.** В ходе работы была создана цифровая модели рельефа (ЦМР) водосбора малой р. Локнаш в Московской области с использованием данных векторизованной топографической карты местности. Этот подход позволяет интегрировать разнообразные данные для детального анализа и визуализации рельефных особенностей, а также для формирования тематических карт, которые могут быть полезны для оценки экологических рисков, гидрологического моделирования и планирования природопользования. Создана ЦМР, отражающая основные географические особенности водосбора, включая высокие и низкие точки, а также на основе ЦМР карта водосборных площадей, включающая в себя всю границу водосбора р. Локнаш, водосборные площади с различными характеристиками водотока (рисунок 1).

Карта является географическим и гидрологическим инструментом, представляющим собой графическое отображение территории, с которой вода стекает в русло малой реки, включая информацию о границах водосборного бассейна. В данном случае водосборная площадь, определенная инструментами AutoCAD, составила 2477 га.

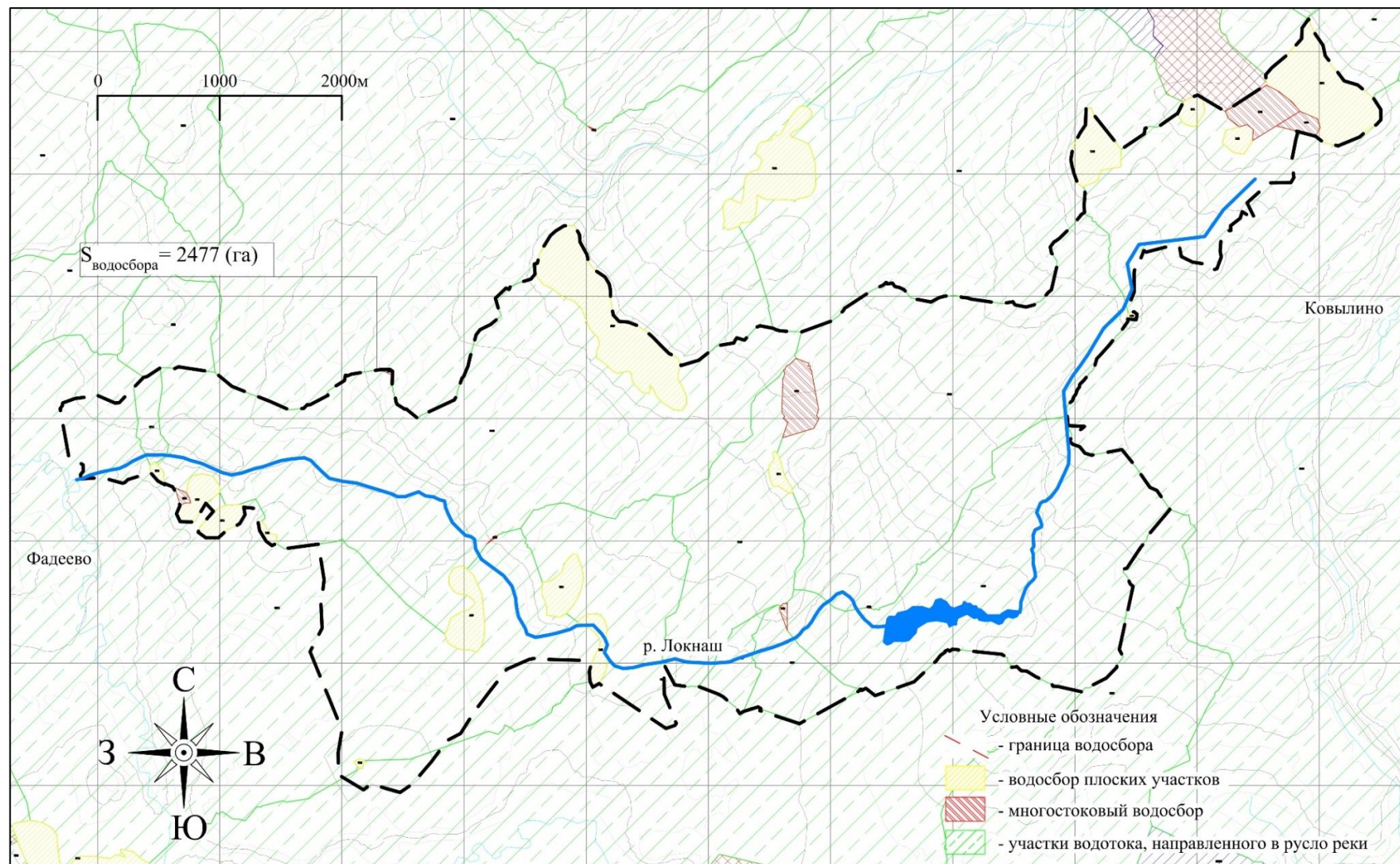


Рисунок 1 – Карта водосборных площадей р. Локнаш  
Figure 1 – Map of the watershed areas of the Loknash River

Используя карту водосборных площадей, можно решать ряд хозяйственных задач, таких, как:

- управление водными ресурсами. Карта помогает оценить объемы поверхностного и подземного стока, что важно для планирования водозабора, строительства водохранилищ и обеспечения населения водой;
- мониторинг и предотвращение паводков. Анализ рельефа и гидрографической сети позволяет прогнозировать зоны затопления и разрабатывать мероприятия для защиты населенных пунктов и инфраструктуры;
- оценка экологического состояния бассейна. Карта используется для анализа качества воды, влияния хозяйственной деятельности на водосборную территорию и выявления зон экологического риска;
- определение водосборных площадей помогает оптимизации мелиоративных систем, предотвращению эрозии почв и рациональному использованию земельных ресурсов;
- изучение гидрологических процессов, изменения климата и динамики водного баланса. В бассейне малой р. Локнаш определены три вида водосбора: водосбор с плоских участков (189 га), многостокковый водосбор (33 га), водосбор, имеющий сток к руслу реки (2255 га).

Таким образом, карта водосборных площадей малой реки является важным инструментом для планирования и управления природными ресурсами, экологического мониторинга и научных исследований. Она способствует комплексному подходу к использованию водных и земельных ресурсов, обеспечивая устойчивое развитие региона. На основе ранее созданной ЦММ была сформирована карта уклонов (рисунок 2). Она позволяет выявить участки с наиболее выраженными уклонами, что важно для анализа эрозионных процессов и прогнозирования паводков.

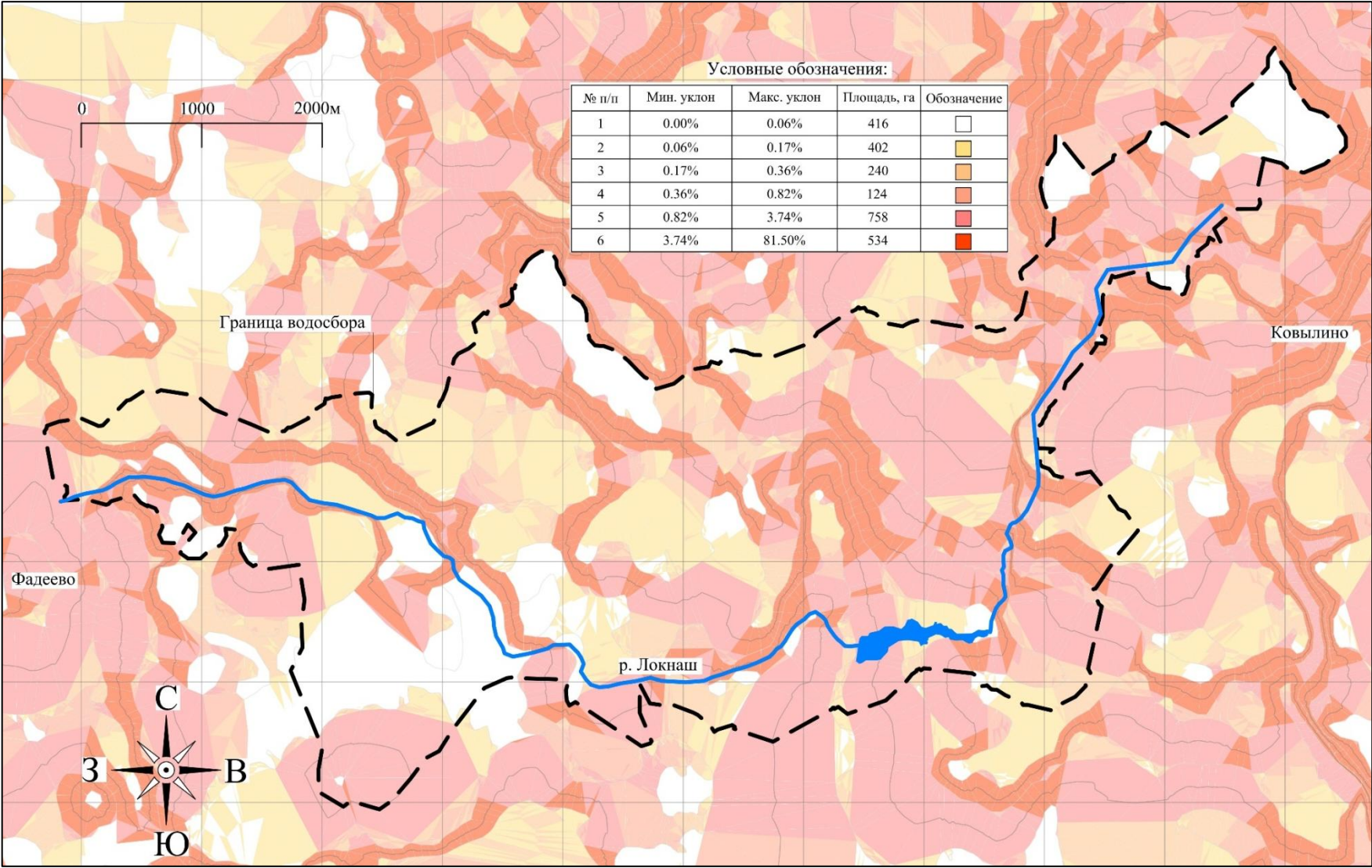


Рисунок 2 – Карта уклонов водосборного бассейна р. Локнаш

Figure 2 – Map of the slopes of the Loknash River watershed area

Эта карта является важным инструментом в гидрологии, геоморфологии и экологическом планировании. Уклоны местности напрямую влияют на скорость и объем поверхностного стока. Карта позволяет определить участки, где вода будет стекать быстрее, что важно для прогнозирования эрозионных процессов и формирования паводков. В областях с крутыми уклонами возрастает риск эрозии. Карта уклонов помогает выявить такие зоны и принять меры по их стабилизации, например, путем создания террас или высадки защитной растительности. В данном случае использовалась градуировка уклонов по 6 группам в зависимости от крутизны ската. Как видно из карты уклонов (рисунок 2), русло реки во многих его частях находится в зоне влияния крутых уклонов, что способствует попаданию диффузного стока в поверхностные воды малой р. Локнаш. Знание уклонов необходимо для выбора подходящих методов обработки земли, расположения полей, мелиоративных систем и предотвращения смыва плодородного слоя почвы.

При строительстве плотин, водохранилищ, каналов и дренажных систем необходимо учитывать уклоны для оптимизации проектных решений и обеспечения устойчивости сооружений. Карта уклонов позволяет спрогнозировать зоны, наиболее подверженные затоплению и разрушительным паводкам, и разработать меры по снижению ущерба. Определение зон с различными уклонами важно для сохранения биоразнообразия, предотвращения деградации ландшафтов и планирования рекреационных территорий. Карта уклонов является основой для изучения процессов водообмена, изменения ландшафта и климатических влияний на гидрологический режим. Таким образом, карта уклонов в бассейне малой реки играет ключевую роль в управлении водными и земельными ресурсами, способствует устойчивому развитию и минимизации экологических рисков. Она служит незаменимым инструментом для специалистов в области гидрологии, географии, экологии и инженерии. Аналогичным образом на основе ЦМР с

применением методов программы AutoCAD была сформирована карта направлений водотоков (рисунок 3). Данная карта является географическим и гидрологическим инструментом, который детализирует расположение и особенности водных путей на определенной территории, т. е. показывает траектории, по которым вода будет стекать с поверхности в водоприемник. Данная карта служит для визуализации течения рек, а также их водотоков с водосборной территории, представляя важнейшую информацию для изучения экосистем, управления водными ресурсами и планирования различных хозяйственных и природоохранных мероприятий [8]. Продольный профиль малой р. Локнаш представляет собой графическое отображение изменения высоты ее русла от истока до устья, т. е. на протяжении всего течения (рисунок 4). Он отражает взаимосвязь между геоморфологическими особенностями русла, гидрологическими процессами и изменениями ландшафта [9].

На основе цифровой модели создан продольный профиль реки. Он является важным инструментом для исследования динамики реки, ее водного режима, а также для решения задач водного хозяйства, экологии и защиты от наводнений. По интенсивности изменения абсолютных отметок реку можно условно разделить на 4 зоны: 1 и 3 зона с уклоном не более 1,2 см/м, 2 зона с наиболее резким уклоном более 2 см/м и самая пологая 4 зона с уклоном не более 0,3 см/м. Рассчитаем скорость течения реки с учетом уклона. Для расчета воспользуемся формулой Шези (1) в руслах равнинных рек [10]:

$$V = C\sqrt{R \cdot i}, \quad (1)$$

где  $V$  – скорость течения воды, м/с;

$C$  – коэффициент, зависящий от шероховатости русла и глубины потока (коэффициент Шези);

$R$  – гидравлический радиус;

$i$  – уклон русла.

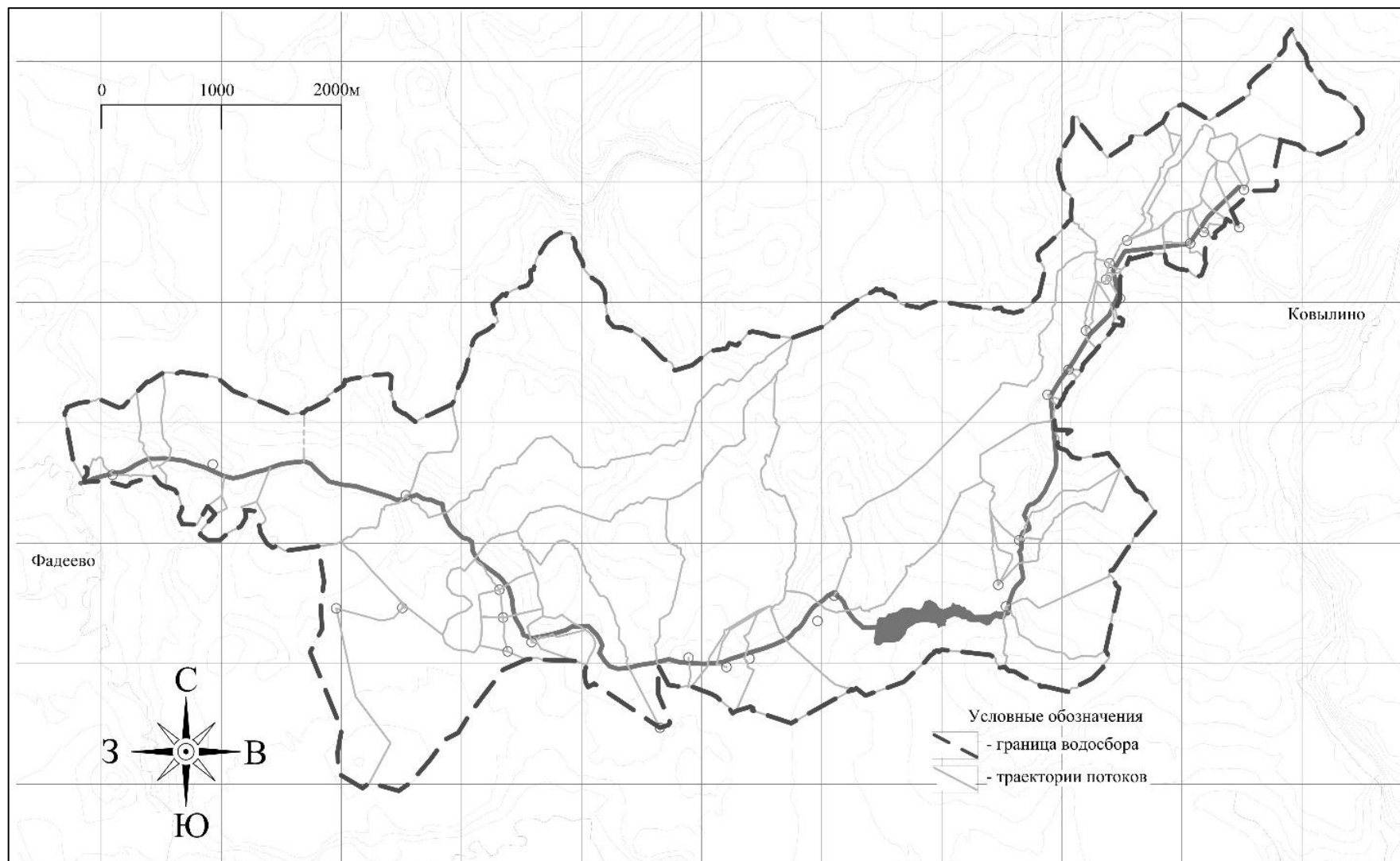


Рисунок 3 – Карта водотоков водосборного бассейна р. Локнаш  
Figure 3 – Map of watercourses of the Loknash River watershed area

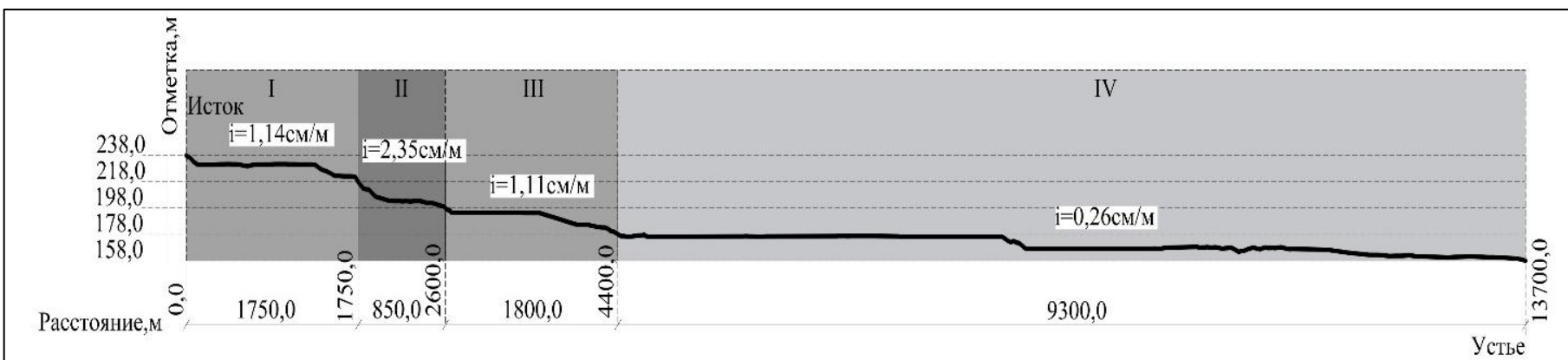


Рисунок 4 – Продольный профиль р. Локнаш  
Figure 4 – Longitudinal profile of the Loknash River

Коэффициент  $C$  находим по формуле Маннинга (2):

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \quad (2)$$

где  $n$  – коэффициент шероховатости;

$R$  – гидравлический радиус.

Коэффициент шероховатости принимаем равным 0,03 в соответствии с табличным значением, наиболее подходящим для русла р. Локнаш. Гидравлический радиус  $R$  вычисляем как отношение площади поперечного сечения потока к длине самотечного периметра этого сечения. Для р. Локнаш определен средний гидравлический радиус, так как геометрические характеристики русла реки по всему течению схожи:  $R = 0,06$ . Таким образом, коэффициент  $C$  для р. Локнаш будет равен 21. Рассчитаем скорость течения реки для каждой из четырех зон. По формуле Шези получим следующие скорости течения воды: 1 зона –  $V_I = 0,55$  м/с; 2 зона –  $V_{II} = 0,80$  м/с; 3 зона –  $V_{III} = 0,54$  м/с; 4 зона –  $V_{IV} = 0,25$  м/с. Аналогично вычислим среднюю скорость течения реки, определив средний уклон р. Локнаш  $i_{cp} = 0,58$  см/м. Таким образом,  $V_{cp} = 0,40$  м/с.

**Выводы.** Предложенный способ создания цифровой модели рельефа с использованием программного обеспечения AutoCAD показал свою эффективность для водосборов малых рек. Этот метод позволяет с высокой точностью отобразить морфологические особенности рельефа, обеспечивая базу для последующего анализа гидрологических и геоморфологических процессов. На основе построенной цифровой модели рельефа была сформирована тематическая карта уклонов. На данной карте выделены 6 групп уклонов в зависимости от их крутизны. На основе карты уклонов в дальнейших исследованиях будут предлагаться различные мелиоративные мероприятия с учетом участков реки, на которых из-за густоты крутых уклонов в реку попадет максимальное количество диффузного стока. Созданы карты

водотоков и водосборных площадей, которые будут использованы для пространственного и гидрологического анализа при производстве мелиоративных мероприятий. Эти карты являются важным инструментом для анализа пространственного распределения гидрологических характеристик и оценки их влияния на водосборные процессы. Построенный продольный профиль реки позволил визуализировать изменения высотных отметок вдоль русла и выявить ключевые зоны изменения уклонов, что важно для прогнозирования процессов эрозии, отложения наносов и проектирования гидротехнических сооружений. В зависимости от вычисленных продольных уклонов р. Локнаш по формуле Шези были вычислены скорости течения реки в четырех зонах, что является ключевым показателем для анализа динамики водных потоков и определения потенциальных зон затопления или эрозии. Разработанный метод создания цифровой модели рельефа и формирование тематических карт, а также профилей, может быть успешно применен в задачах гидрологического мониторинга, экологического планирования и проектирования инженерных систем. Данный подход позволяет значительно сократить время и затраты на анализ рельефа и связанных с ним гидрологических процессов. В будущем использование данных дистанционного зондирования Земли и интеграция с ГИС-технологиями могут значительно улучшить точность и детализацию моделей рельефа, а также расширить возможности анализа и визуализации гидрологических характеристик малых рек.

### **Список источников**

1. Антипов А. Н., Корытный Л. М. Сибирская школа ландшафтной гидрологии. Географо-гидрологические исследования // Вопросы географии. 2012. № 133. С. 32–47. EDN: TLYUWX.
2. Чумаченко А. Н., Хворостухин Д. П., Морозова В. А. Построение гидрологически-корректной цифровой модели рельефа (на примере Саратовской области) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия науки о Земле. 2018. Т. 18, № 2. С. 104–109. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-2-104-109. EDN: OTINYV.
3. Cline T. J., Molinas A., Julien P. Y. An Auto-Cad-Based Watershed Information System for the Hydrologic Model HEC-11 // Journal of the American Water Resources Association. 1989. Vol. 25, iss. 3. P. 641–652. DOI: 10.1111/J.1752-1688.1989.TB03102.X.
4. Кандрашкин А. А. Построение карты использования земель бассейна малой

реки с применением ГИС-технологий // Поколение будущего: взгляд молодых ученых – 2024: сб. науч. ст. 13-й Междунар. молодеж. науч. конф. В 4 т. Т. 4. г. Курск, 12–13 нояб. 2024 г. Курск: Университетская книга, 2024. С. 19–22. EDN: IEVTFA.

5. Искричев Д. С., Безбородов Ю. Г., Редников С. Н. Оценка загрязнения почв и грунтовых вод малой реки Локнаш в Московской области // Природообустройство. 2024. № 1. С. 25–31. DOI 10.26897/1997-6011-2024-1-25-31. EDN: LRTBRL.

6. Чымыров А. У., Чонтоев Д. Т., Жакеев Б. М. Создание цифровых моделей рельефа на основе открытых данных дистанционного зондирования земли при уточнении границ бассейнов рек в котловине озера Иссык-Куль // Интеркарто. Интергис. 2020. Т. 26, № 2. С. 349–365. DOI 10.35595/2414-9179-2020-2-26-349-365. EDN: OZYPAW.

7. Шевченко Г. Г., Гура Д. А. Создание крупномасштабного топографического плана в AUTOCAD и AUTOCAD CIVIL 3D // Лучшая научная статья 2016: сб. ст. победителей V междунар. науч.-практ. конкурса, г. Пенза, 30 дек. 2016 г. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2017. С. 43–50. EDN: XIAZBH.

8. Наумов В. А., Кочкарева А. С. Обработка результатов инженерно-гидрологических изысканий в бассейне малого водотока (на примере реки Голубой) // IV Международный Косыгинский Форум «Проблемы инженерных наук: формирование технологического суверенитета». Международный научно-технический симпозиум «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики страны»: сб. науч. тр. г. Москва, 20–22 февр. 2024 г. М.: РГУ им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. Т. 1. С. 94–97. EDN: TPXIED.

9. Мазуркин П. М., Георгиева Я. О. Вейвлет-анализ распределения высоты от устья в характерных точках продольного профиля русла малой реки Ировка // Успехи современного естествознания. 2020. № 1. С. 31–37. DOI 10.17513/use.37318. EDN: ZGHXSK.

10. Манаев Э. Ф., Фатхутдинова Р. Ш. Применение цифровой модели рельефа для изучения речных бассейнов // Вестник магистратуры. 2016. № 11-1(62). С. 4–7. EDN: XIDMAX.

## References

1. Antipov A.N., Korytny L.M., 2012. *Sibirskaya shkola landshaftnoy gidrologii. Geografo-gidrologicheskie issledovaniya* [Siberian school for landscape hydrology. Geographical and hydrological research]. *Voprosy geografii* [Issues in Geography], no. 133, pp. 32-47, EDN: TLYUWX. (In Russian).

2. Chumachenko A.N., Khvorostukhin D.P., Morozova V.A., 2018. *Postroenie gidrologicheskoi-korrektnoy tsifrovoy modeli rel'yefa (na primere Saratovskoy oblasti)* [Construction of a hydrologically correct digital relief model (using the Saratov region as an example)]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya nauki o Zemle* [Bulet. of Saratov University. New Series. Earth Science Series], vol. 18, no. 2, pp. 104-109, DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-2-104-109, EDN: OTINYV. (In Russian).

3. Cline T.J., Molinas A., Julien P.Y., 1989. An Auto-Cad-Based Watershed Information System for the Hydrologic Model HEC-11. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 25, iss. 3, pp. 641-652, DOI: 10.1111/J.1752-1688.1989.TB03102.X.

4. Kandrashkin A.A., 2024. *Postroenie karty ispol'zovaniya zemel' basseyna maloy reki s primeneniem GIS-tekhnologiy* [Construction of a land use map of a small river basin using GIS technologies]. *Pokolenie budushchego: vzglyad molodykh uchenykh – 2024: sb. nauch. st. 13-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii* [Generation of the Future: a View of Young Scientists – 2024: collection of scientific articles of the 13th International Youth Scientific Conference]. In 4 vol., vol. 4. Kursk, University Book Publ., pp. 19-22, EDN: IEVTFA. (In Russian).

5. Iskrichiev D.S., Bezborodov Yu.G., Rednikov S.N., 2024. *Otsenka zagryazneniya*

*pochv i gruntovykh vod maloy reki Loknash v Moskovskoy oblasti* [Assessment of soil and groundwater pollution in the small Loknash River in the Moscow Region]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 1, pp. 25-31, DOI 10.26897/1997-6011-2024-1-25-31, EDN: LRTBRL. (In Russian).

6. Chymyrov A.U., Chontoev D.T., Zhakeev B.M., 2020. *Sozdanie tsifrovyykh modeley rel'yefa na osnove otkrytykh dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli pri utochnenii granits basseynov rek v kotlovine ozera Issyk-Kul'* [Creation of the digital relief models based on open remote sensing data for improvement the borders of river basins in the Issyk-Kul Lake cavity]. *Interkarto. Intergis*, vol. 26, no. 2, pp. 349-365, DOI 10.35595/2414-9179-2020-2-26-349-365, EDN: OZYPAW. (In Russian).

7. Shevchenko G.G., Gura D.A., 2017. *Sozdanie krupnomasshtabnogo topograficheskogo plana v AUTOCAD i AUTOCAD CIVIL 3D* [Creation of the large-scale topographic plan in AUTOCAD and AUTOCAD CIVIL 3D]. *Luchshaya nauchnaya stat'ya 2016: sb. st. pobediteley V mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa* [Best Scientific Article 2016: Collection of Articles of the Winners of the V International Scientific and Practical Competition]. Penza, Science and Education Publ. (IP Gulyaev G. Yu.), pp. 43-50, EDN: XIAZBH. (In Russian).

8. Naumov V.A., Kochkareva A.S., 2024. *Obrabotka rezul'tatov inzhenerno-gidrologicheskikh izyskaniy v bassejne malogo vodotoka (na primere reki Goluboy)* [Processing of the engineering and hydrological survey results in the small watercourse basin (using the example of the Blue River)]. *IV Mezhdunarodnyy Kosygin'skiy Forum «Problemy inzhenernykh nauk: formirovaniye tekhnologicheskogo suvereniteta». Mezhdunarodnyy nauchno-tekhnicheskii simpozium «Sovremennyye inzhenernyye problemy klyuchevykh otrasley ekonomiki strany»: sb. nauch. tr.* [IV International Kosygin Forum “Problems of Engineering Sciences: Formation of Technological Sovereignty”. International Scientific and Technical Symposium “Modern Engineering Problems of Key Branches of the Country's Economy”]. Moscow, A. N. Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), vol. 1, pp. 94-97, EDN: TPXIED. (In Russian).

9. Mazurkin P.M., Georgieva Ya.O., 2020. *Veyvlet-analiz raspredeleniya vysoty ot ust'ya v kharakternykh tochkakh prodol'nogo profilya rusla maloy reki Irovka* [Wavelet analysis of height distribution at characteristic points of the longitudinal profile of the channel of the small Irovka River]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], no. 1, pp. 31-37, DOI 10.17513/use.37318, EDN: ZGHXSK. (In Russian).

10. Manaev E.F., Fatkhutdinova R.Sh., 2016. *Primeneniye tsifrovoy modeli rel'yefa dlya izucheniya rechnykh basseynov* [Application of a digital elevation model for studying river basins]. *Vestnik magistratury* [Bullet. of the Magistracy], no. 11-1(62), pp. 4-7, EDN: XIDMAX. (In Russian).

---

#### **Информация об авторах**

**Д. С. Искричев** – аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация, iskri4ev@mail.ru, AuthorID: 1165096;

**Ю. Г. Безбородов** – доцент, доктор технических наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация, ubezborodov@rgau-msha.ru, AuthorID: 271273.

#### **Information about the authors**

**D. S. Iskrichev** – Postgraduate Student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, iskri4ev@mail.ru, AuthorID: 1165096;

**Yu. G. Bezborodov** – Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, ubezborodov@rgau-msha.ru, AuthorID: 271273.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.  
All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 09.04.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025;  
принята к публикации 27.06.2025.*

*The article was submitted 09.04.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for  
publication 27.06.2025.*