

Разработка методики оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока и её применение

М. Е. Буковский, М. А. Чернова 

Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина,
Российская Федерация
(392036, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33)

Аннотация. В статье представлена методика оценки обеспеченности территорий ресурсами речного стока и рассмотрено применение методики на примере Инжавинского муниципального округа Тамбовской области. Предложен пошаговый алгоритм работы с методикой, создана классификация территорий по степени обеспеченности ресурсами речного стока.

Цель: разработать актуальную методику оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока на основе современных данных.

Материалы и методы. Анализ и обобщение первичных данных гидрологических ежегодников о расходах воды выполнены методами математической статистики, картографическим и линейной интерполяции.

Результаты и обсуждение. На основе изученного российского и зарубежного опыта оценки водообеспеченности предложена оригинальная авторская методика оценки обеспеченности территорий ресурсами речного стока. Методика состоит из 12 последовательно выполняемых этапов. Создана классификация территорий по степени обеспеченности ресурсами речного стока, включающая в себя 4 типа обеспеченности ресурсами речного стока.

Выводы. Авторами применена методика оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока на примере Тамбовской области. Методика представляет собой последовательный алгоритм действий от начального этапа оцифровки данных первичных измерений и расчетов речного стока до конечного – составления карты обеспеченности территорий ресурсами речного стока. Согласно классификации территорий по степени обеспеченности ресурсами речного стока в год 75% обеспеченности в пределах Инжавинского района Тамбовской области, приведённого в статье в качестве примера, отмечены территории, относящиеся к зонам экстремально низкой, очень низкой, низкой, высокой и очень высокой водообеспеченности.

Ключевые слова: водные ресурсы, речной сток, методика оценки обеспеченности водными ресурсами, донской бассейн, волжский бассейн, расход воды.

Для цитирования: Буковский М. Е., Чернова М. А. Разработка методики оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока и её применение // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 2, с. 79-89. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/63-71>


ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время глобальные климатические изменения многократно подтверждены инструментальными наблюдениями в разных частях Земного шара [8, 10]. Это делает всё более актуальными работы по изучению локальных территорий, их хозяйственного потенциала с целью грамотного и рентабельного использования в условиях изменяющихся параметров окружающей среды. С каждым днём всё более остро стоит проблема нехватки, неудовлетворительного качества, неравномерного распределения водных ресурсов по территории, как большой (в рамках страны), так и менее крупной (муниципальное образование). Решением этих вопро-

сов призывают заниматься Водная рамочная директива Европейского Союза 2000/60/EC (The Water Framework Directive 2000/60/EC)¹, Водный кодекс Российской Федерации (2006 г. в ред. от 02.07.2021 г.) [3] и Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» (2009)². Для аграрных регионов проблема оценки обеспеченности территорий водными ресурсами в свете происходящих климатических изменений и наметившегося роста производства особенно актуальна.

Тамбовская область относится к числу регионов России с преобладанием сельского хозяйства и аграрного сектора в целом. Нагрузка на поверхностные воды

© Буковский М. Е., Чернова М. А., 2024

 Чернова Мария Александровна, e-mail: chernovamarusya@mail.ru

¹ Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. – URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:EN:NOT> (дата обращения: 22.12.2019). – Текст: электронный.

² Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/251404/ (дата обращения: 16.07.2018). – Текст: электронный.



постоянно возрастает, так как увеличиваются площади посевов сельскохозяйственных культур, развиваются и расширяются животноводческие комплексы. Осушительная мелиорация, производившаяся в XX веке, многочисленное строительство различных сооружений в верховьях рек оказывают влияние на их водный режим и, как следствие, изменение гидрографической сети. Поверхностные воды Тамбовской области активно используются сельскохозяйственными и промышленными предприятиями, при этом для целей питьевого водоснабжения служат подземные воды.

За последние 60 лет прослеживается значительное перераспределение объёмов стока между фазами водного режима в реках как донского, так и волжского бассейнов на территории Тамбовской области. Существенно меняется доля стока за половодье в сторону уменьшения, при этом значительно увеличиваются доли стока за летне-осеннюю и зимнюю межени [2, 9]. Это говорит о необходимости более подробного изучения гидрологических ресурсов и их распределения по территории региона.

Согласно оценке современными авторами обеспеченности водными ресурсами различных регионов России [4], Тамбовская область относится к категории наиболее проблемных регионов по обеспеченности поверхностными водными ресурсами населения и объектов экономики.

В гидрологических и водохозяйственных расчетах разработано довольно большое количество различных способов оценки обеспеченности территорий водными ресурсами с вариативными определяющими факторами: данные дистанционного зондирования [7], составление уравнения водного баланса [5], ландшафтно-географический метод [1] и прочие. Однако расчёт в таких случаях выполняется на площадь большей территории, что является недостатком методов.

В Своде правил³ использована методика расчёта водообеспеченности территории посредством метода районных зависимостей и формул с районными (зональными) параметрами и коэффициентами. При этом алгоритм оценки состоит в следующем: 1) определяется норма стока по реке-аналогу; 2) находится площадь бассейна (А) исследуемой реки или его части; 3) определяется среднегодовой расход воды в заданном створе и расход в год 50 % обеспеченности; 4) рассчитываются среднегодовые расходы воды в годы различной обеспеченности (5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 %); 5) определяются по литературным источникам доли среднемесячного расхода воды в каждом месяце от годового расхода; 6) высчитываются среднемесячные расходы года соответствующей обеспеченности.

В итоге получаются среднегодовые и среднемесячные расходы в заданном районе для лет разной обеспеченности. Данным методом расчёта районных зависимостей определяется модуль среднегодового расхода воды по сезону года, исходя из данных по долям от годового стока.

Однако эта методика имеет большие погрешности из-за расчётов, основанных на усреднённых данных. Прочих же методов комплексных оценок обеспеченности ресурсами речного стока сельских территорий, расположенных в бассейнах средних и, в особенности, малых рек, в отечественной и зарубежной литературе обнаружено не было. При этом наличие подобной методики является необходимым условием разработки стратегий социально-экономического развития сельских территорий и муниципальных районов, так как для многих отраслей хозяйства наличие местных водных ресурсов является критически важным фактором.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу разработки, представленной в статье методики оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока, легли данные о ежедневных расходах воды на 12 гидрологических постах (Знаменка, Кузьмино-Гать, Княжево, Пудовкин, Рождественское, Кирсанов, Уварово, Жердевка, Мордово, Крутое, Заворонежское, Курдюки) Тамбовской области, предоставленные Тамбовским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Было оцифровано и проанализировано около 262800 значений ежедневных расходов воды за период с 1960 по 2021 годы.

Обработка первичных данных и расчёты производились в программных пакетах MS Excel и HydroStatCalc. Географический анализ и построение карт осуществлялись в программе MapInfo Professional. Для оформления карт-схем использовался графический редактор CorelDraw.

Методика апробирована на примере Тамбовской области. Обеспеченность территории ресурсами речного стока оценивалась в целом за год и за каждый месяц вегетационного периода (с мая по сентябрь).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Авторами разработана методика оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока, позволяющая провести оценку в масштабах всего региона с детализацией до территории конкретного сельского совета (рис. 1).

Согласно блок-схеме методики, представленной на рисунке 1, первым этапом в оценке обеспеченности территорий ресурсами речного стока является получение репрезентативного массива данных о расходах воды в реках, протекающих по оцениваемой территории. Идеальным вариантом является оцифровка данных о ежедневных расходах воды за возможно более длительный период времени, но не менее 15 лет.

Используя полученные на предыдущем этапе оцифрованные данные гидрологических наблюдений по каждому гидрологическому посту, необходимо построить ряды объёмов стока за год и объёмов стока за интересующие месяцы в течение года. Затем построить кривые обеспеченности и получить объёмы годового стока и месячных объёмов стока 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 % обе-

³ СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик, 2004. 75 с.

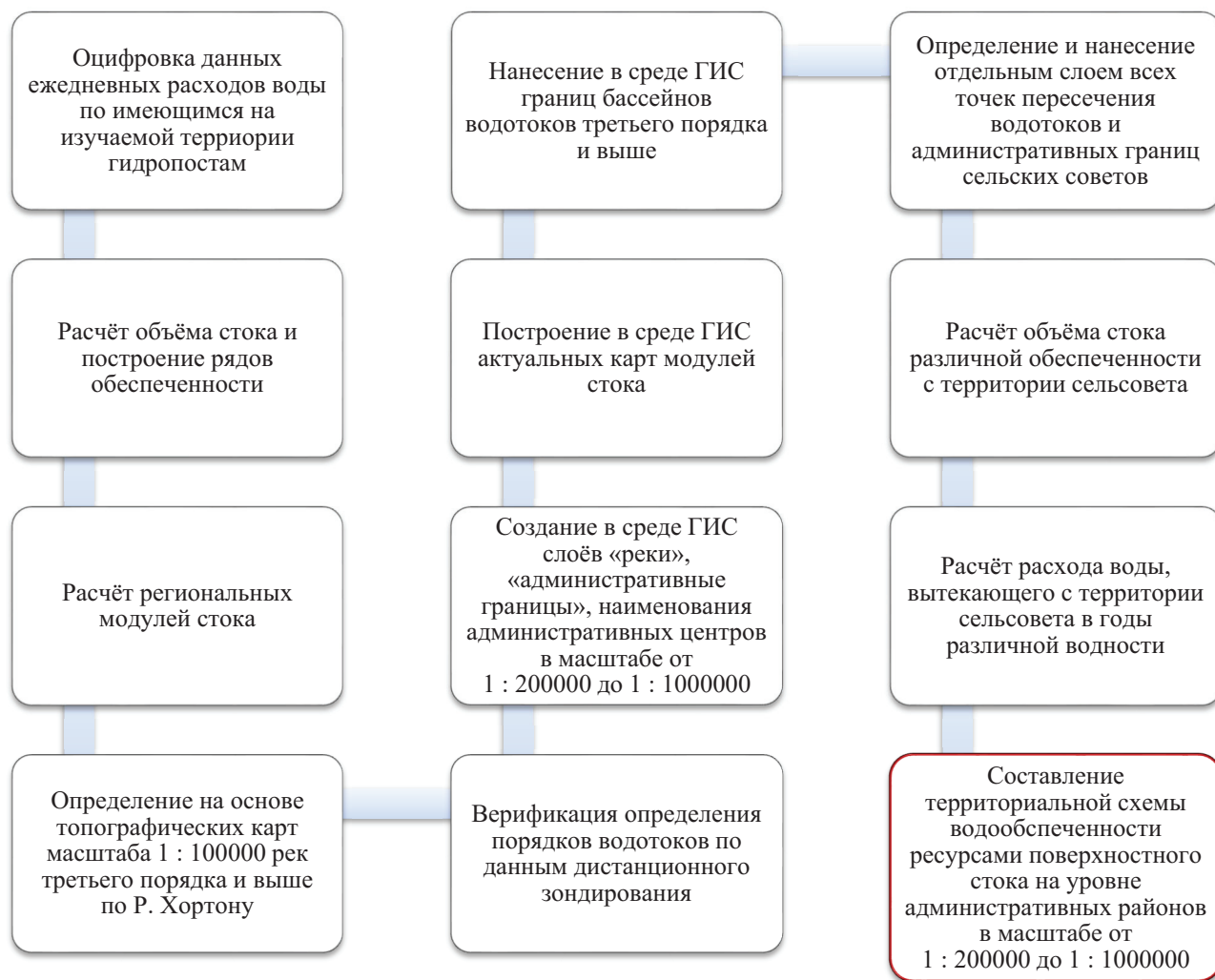


Рис. 1. Методика оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока
 [Fig. 1. Methodology for assessing the availability of rural areas with river flow resources]

спеченностей. Такой подход позволяет оценить ресурсы речного стока в годы различной водности.

Далее, имея площадь водосбора, которая замыкается гидропостом, несложно рассчитать модули стока соответствующей обеспеченности за интересующий период времени путём деления объёма стока известной обеспеченности за год или за месяц на площадь водосбора, замыкаемую гидропостом, и количество секунд в году или в месяце, соответственно.

Следующий шаг – построение карт модулей стока различной обеспеченности на исследуемую территорию. Карты строятся методом линейной интерполяции в соответствии с Методическими рекомендациями ГГИ по определению расчётных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений [6]. Для построения карт модулей стока целесообразно использовать данные гидропостов на средних реках с площадью водосбора свыше 2000 км², отображающих зональный речной сток.

Карты актуальных модулей стока можно строить на уже имеющейся картографической подложке, либо, что более целесообразно, подготовить такую самостоятель-

но и использовать в дальнейшем. Согласно описываемой методике для расчёта обеспеченности территорий ресурсами речного стока используются реки третьего порядка и выше (по Р. Хортону). Соответственно, все реки указанных порядков на исследуемой территории должны быть учтены и нанесены на карту. Изначально это удобнее всего делать по топографическим картам масштаба 1 : 100 000. Затем необходимо провести верификацию с использованием данных дистанционного зондирования.

В среде ГИС для дальнейшей работы создаются слои «административные границы» «административные центры», «реки», иные слои, которые составители карты считают необходимыми. Масштаб карты выбирается исходя из размеров территории. Он может варьироваться от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000. На созданную подложку переносятся данные с построенных ранее карт модулей стока, либо эти карты строятся заново на созданной подложке.

Следующим шагом является нанесение на полученную карту границ бассейнов водотоков третьего порядка и выше. Для этого снова целесообразнее всего использовать карты масштаба 1 : 100 000 и данные дистанционного зондирования.

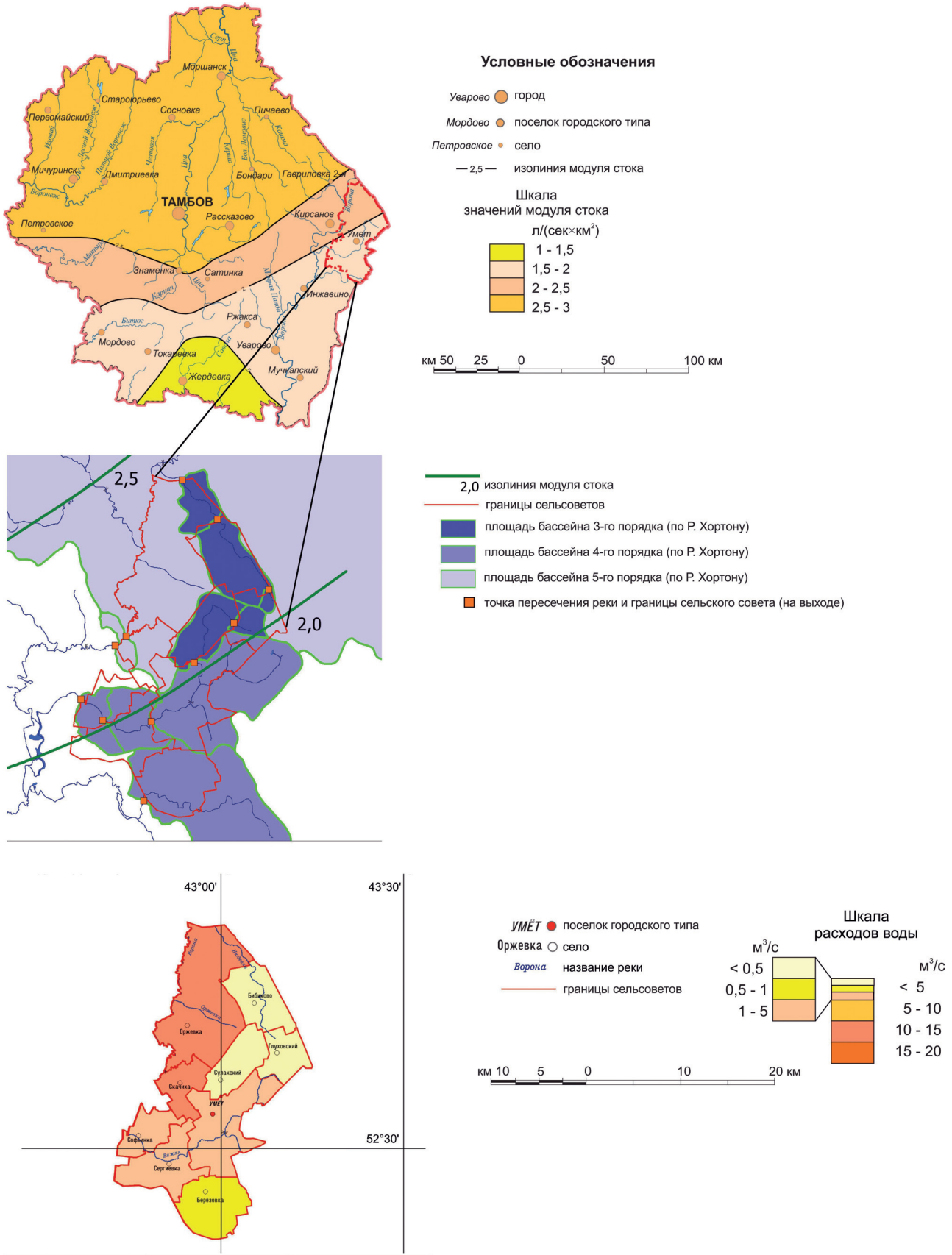


Рис. 2. Алгоритм составления карты-схемы среднегодовых расходов воды в 75 % обеспеченности (на примере Умётского района Тамбовской области)
 [Fig. 2. Algorithm for drawing up a map-scheme of average annual water consumption per year 75 % of availability (on the example of the Umetsky district of the Tambov region)]

Затем отдельным слоем наносятся все точки пересечения водотоков и административных границ территорий (например, сельских советов), обеспеченность которых ресурсами речного стока требуется оценить. Эти точки пересечения и будут служить замыкающими створами для водосборов рек, вытекающих за пределы административных границ изучаемой территории. Реки могут либо начинаться на изучаемой территории, либо протекать через неё.

Параметром для оценки обеспеченности территории ресурсами речного стока в описываемой методике является расход воды в створах на пересечении границы территории, являющейся элементарной единицей на исследуемом участке (например, территория сельсовета внутри территории административного района или региона в целом) с реками 3-го порядка, вытекающими за пределы его территории. Далее, зная средний за искомый период расход воды в конкретном створе, можно легко посчитать объём стока с территории, ограниченной этим створом, за необходимый промежуток времени. Именно в таком виде информация наиболее удобна для конечного потребителя.

Для расчёта среднегодовых и среднемесячных расходов воды различной обеспеченности в среде ГИС, следуя методике, выбираются в отдельный слой водотоки 3-го порядка и выше, также в отдельный слой выносятся границы их водосборов. Затем создаются слои с границами административных районов и сельских советов, либо иных интересующих исследователей территориальных единиц. Далее на эти слои последовательно накладываются изолинии модулей стока различной обеспеченности с созданной на предыдущих этапах карты. Если с территории одной элементарной территориальной единицы (например, с территории одного сельсовета) вытекает две и более реки 3-го порядка и выше, то расчётные расходы по всем створам для этого сельсовета суммируются.

Расчётные расходы воды могут быть получены путём умножения значений модуля стока в конкретном

бассейне, ограниченном расчётным створом, на площадь этого бассейна. Если в пределах площади бассейна находились территории с разными значениями модуля стока, то для каждой из этих территорий расчёт производился отдельно, затем результаты суммируются. На итоговой карте расчётные расходы для территории каждой административной единицы целесообразнее всего отображать методом картограмм. Схематично алгоритм составления карты-схемы среднегодовых расходов воды в год 75 % обеспеченности представлен на рисунке 2.

На заключительном методическом этапе выполнения работы на основе полученных данных составляются карты обеспеченности ресурсами речного стока сельских территорий в среднем за год и каждый месяц в годы 5%, 25%, 50%, 75% и 95% обеспеченностей для каждого административного района изучаемого региона. При помощи созданных картосхем водопользователи на местах могут составить полную картину обеспеченности территорий ресурсами речного стока в годы различной водности и в наиболее вододефицитный летний период времени.

Для формализованной оценки обеспеченности территорий ресурсами речного стока с опорой на ранее созданные другими исследователями классификации и нормативные документы [9] по возможному водозабору была разработана классификация обеспеченности территорий ресурсами речного стока. В основу классификации положены расходы воды 75 % обеспеченности в замыкающем створе для изучаемой территории.

В представленной классификации 6 степеней обеспеченности со значениями расходов воды от минимального (менее 0,5 м³/с), который характеризует экстремально низкую обеспеченность водными ресурсами территории, и заканчивая расходом воды выше 20 м³/с, что характеризует очень высокую обеспеченность. Классификация разработана на основе значений расходов воды в год 75 % обеспеченности, потому что при разработке водохозяйственных методик используются расчётные данные для среднемаловодного года 75 % обеспеченности (табл. 1).

Таблица 1

Обеспеченность территорий ресурсами речного стока
[Table 1. Water availability of rural areas]

Тип и подтип обеспеченности / Type and subtype of water availability		Расход воды в замыкающем створе / Water consumption in the closing section	Характеристика обеспеченности территории / Characteristics of water availability of the territory
I	-	выше 20 м ³ /с	очень высокая
II	«а»	от 10 до 20 м ³ /с	высокая
	«б»	от 5 до 10 м ³ /с	средняя
III	«а»	от 1 м ³ /с до 5 м ³ /с	низкая
	«б»	от 0,5 м ³ /с до 1 м ³ /с	очень низкая
IV	-	менее 0,5 м ³ /с	экстремально низкая

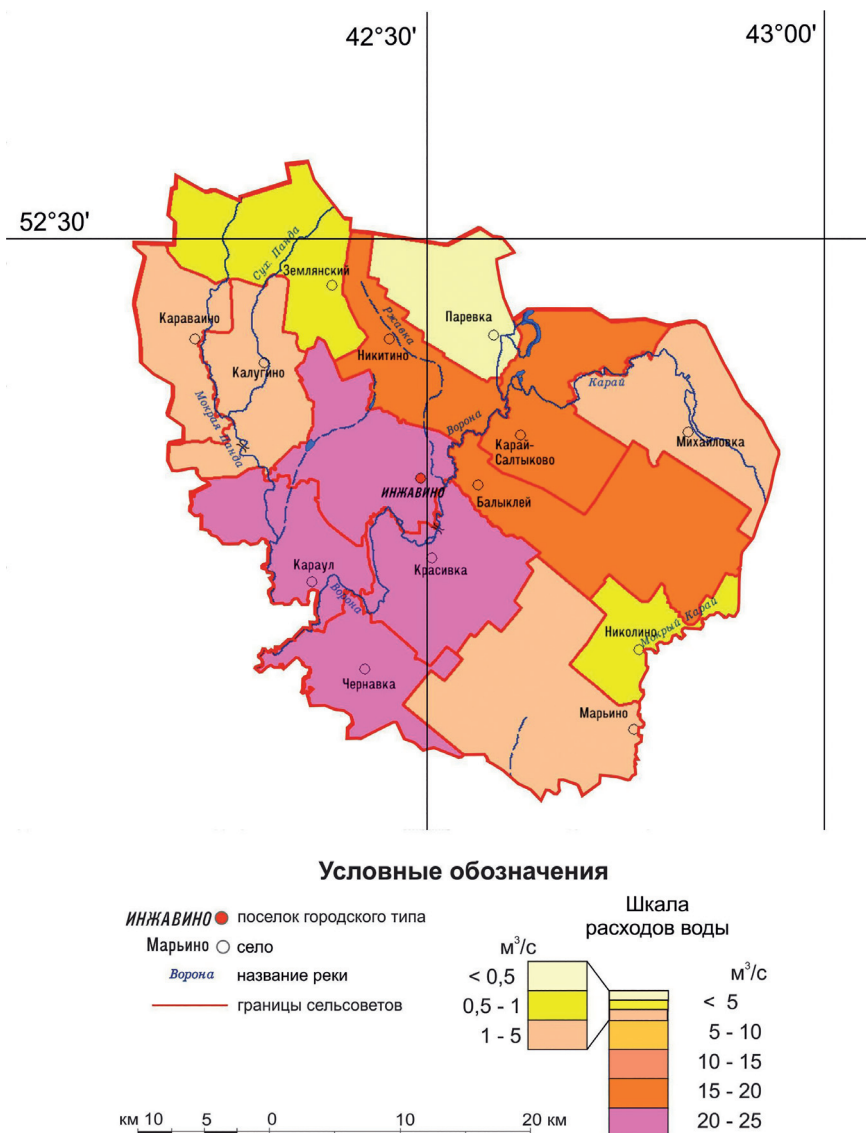


Рис. 3. Карта-схема обеспеченности ресурсами речного стока Инжавинского района Тамбовской области в год 75 % обеспеченности

[Fig. 3. Map-scheme of the availability of resources of the river flow of the Ingavinsky district of the Tambov region in the year of 75 % availability]

Инжавинский район расположен на юго-востоке Тамбовской области, находящейся в зоне недостаточного увлажнения, в границах бассейна реки Вороны, относящейся к донскому бассейну.

Для Инжавинского района Тамбовской области характерно следующее распределение сельских советов по обеспеченности территории ресурсами речного стока в год 75 % обеспеченности: экстремально низкая водообеспеченность – 7,1 % территорий (1 сельский совет), очень низкая водообеспеченность – 14,3 % (2 сельских совета), низкая и очень высокая водообеспеченность – по 28,6 % (по 4 сельских совета), высокая водообеспеченность – 21,4 % (3 сельских совета). Отсутствуют территории сельских советов со средней водообеспеченностью (рис. 3).

Наиболее обеспеченным водными ресурсами месяцем вегетационного периода для сельсоветов Инжавин-

ского района является май. Летние месяцы отличаются минимальной обеспеченностью ресурсами речного стока – от экстремально низкой до низкой. В сентябре обеспеченность сельских территорий ресурсами речного стока варьирует между экстремально низкой и низкой (рис. 4).

Если говорить о среднегодовом расходе воды, то Балыклейский, Карай-Салтыковский, Никитский сельские советы относятся к территориям с высокой обеспеченностью водными ресурсами, Инжавинский поссовет Караульский, Красивский, Чернавский сельские советы – очень высокой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторами разработана и на примере Тамбовской области применена методика оценки обеспеченности сельских территорий ресурсами речного стока. Методика представляет собой последовательный алгоритм

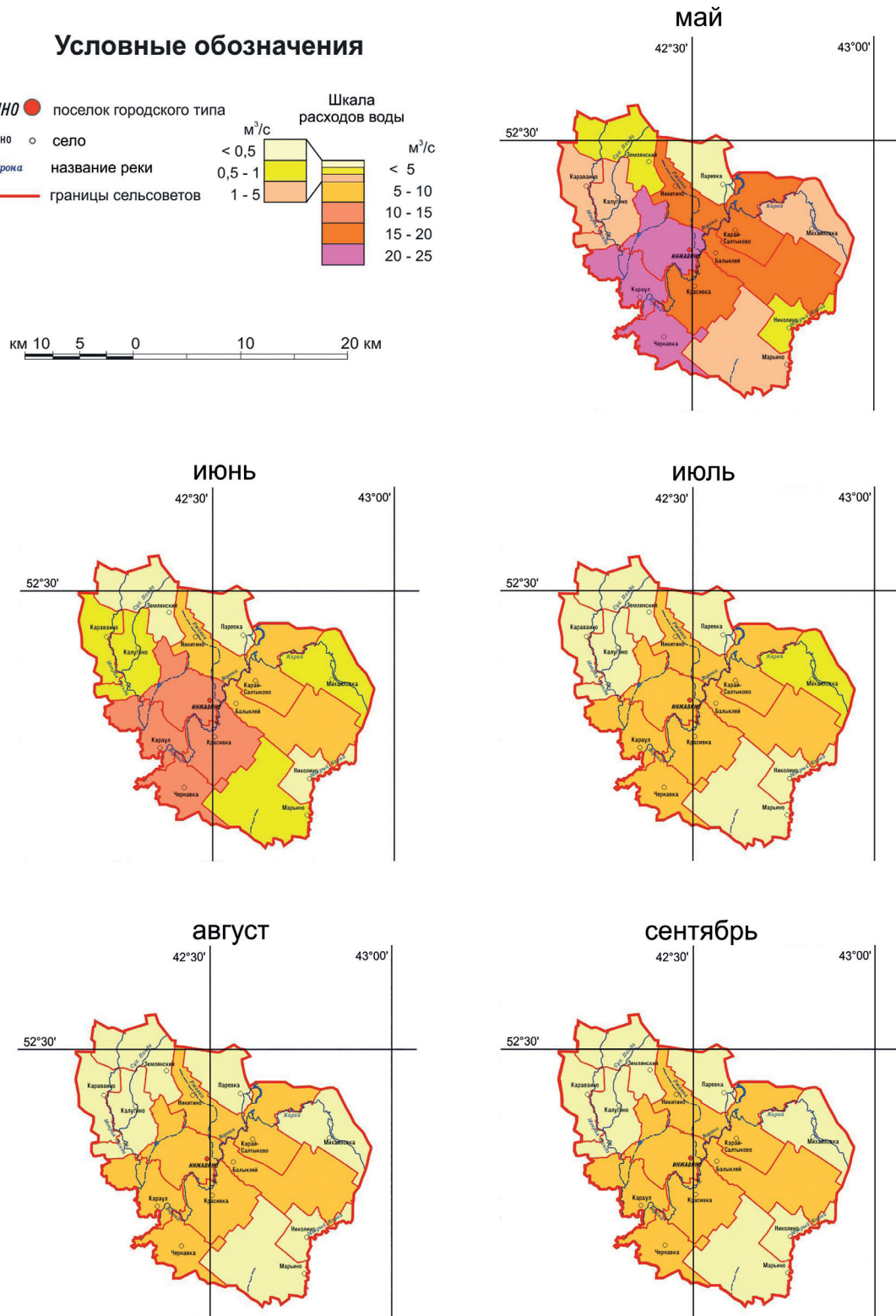


Рис. 4. Карта-схема 75 % обеспеченности ресурсами речного стока Инжавинского района Тамбовской области в течение вегетационного периода
 [Fig. 4. Map-scheme of 75 % availability of resources of the river flow of the Ingavinsky district of the Tambov region during the growing season]

действий от начального этапа оцифровки первичных данных измерений расходов воды на гидрологических постах до конечного – составления карты обеспеченности территорий ресурсами речного стока.

Обобщая приведённые в статье данные по Инжавинскому району Тамбовской области, можно сказать, что большая часть территории района области в достаточной мере обеспечена водными ресурсами в год

75 % обеспеченности. Наилучшей обеспеченностью водными ресурсами в год 75 % обеспеченности отличаются Инжавинский поссовет, Караульский, Красивский, Чернавский сельские советы.

Максимальным значением расхода воды в год 75 % обеспеченности для Инжавинского района является 20-25 м³/с в мае. Минимальное значение расхода воды в год 75 % обеспеченности – менее 0,5 м³/с в августе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева И. В. Ландшафтно-географический метод пространственной оценки водоресурсного потенциала для целей рекреационного водопользования / И. В. Андреева, С. В. Циликаина // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*, 2017, № 5, с. 34-50.

2. Буковский М. Е., Чернова М. А. Оценка изменения летнего стока рек Донского бассейна на территории Тамбовской области за последние полвека // *Труды IX Международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов»*, 2018, с. 33-39.

3. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 02.07.2021 г.) [Принят Государственной Думой 12 апреля 2006 года]. Москва: Кремль, 2006. 52 с.

4. Красов В. Д., Черемисинов А. Ю. Оценка водообеспеченности территорий на основе водохозяйственного баланса // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 2011, № 4 (31), с. 246-250.

5. Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. *Гидрологические основы управления речным стоком*. Москва: Наука, 1981. 255 с.

6. *Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений*. Санкт-Петербург: Государственное учреждение «Государственный гидрологический институт», 2009. 193 с.

7. Попович В. Ф., Дунаева Е. А. Моделирование притока в водохранилища для оценки доступности водных ресурсов в рамках городского водного цикла // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*, 2015, № 2 (58), с. 114-120.

8. *Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года*. Москва: Правительство РФ, 2021. 37 с.

9. Чернова М. А., Буковский М. Е., Дудник В. В. Оценка изменения летнего стока рек Волжского бассейна на территории Тамбовской области за 65 лет // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов»*, 2021, с. 111-118.

10. Holmes David C., Richardson Lucy M. *Research Handbook on Communicating Climate Change*. Edward Elgar Publishing, 2020. 362 p.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 19.05.2023

Принята к публикации: 28.05.2024

LAND HYDROLOGY, WATER RESOURCES, HYDROCHEMISTRY

UDC 556.535.3

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/63-71>

Development of the Methodology for Assessing the Availability of Rural Areas with River Flow Resources and Its Application

М. Е. Bukovskiy, М. А. Chernova ✉

*Tambov State University named after G. R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation
(33, Internatsionalnaya Str., Tambov, 392036)*

Abstract. The article presents a methodology for assessing the provision of territories with river flow resources and considers the application of the methodology on the example of Inzhavinsky municipal district of the Tambov Region. A step-by-step algorithm of working with the methodology is proposed, and a classification of territories by the degree of river flow resources provision is created. The *purpose* of the study is to develop an actual methodology for assessing the provision of rural areas with river flow resources on the basis of modern data.

Materials and methods. Analysis and generalisation of primary data of hydrological yearbooks on water discharge were carried out by methods of mathematical statistics, cartographic and linear interpolation.

Results and discussion. Based on the studied Russian and foreign experience of water availability assessment, the author's original methodology for assessing the availability of river flow resources in the territories was proposed. The methodology consists of 12 consecutive stages. The classification of territories by the degree of river flow resource endowment was created, including 4 types of river flow resource endowment.

Conclusions. The authors have applied the methodology for assessing the provision of rural areas with river flow resources on the example of the Tambov Region. The methodology is a sequential algorithm of actions from the initial stage of digitisation of primary measurement data and calculations of river runoff to the final stage – compilation of a map of

© Bukovsky M. E., Chernova M. A., 2024

✉ Maria A. Chernova, e-mail: chernovamarusya@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

river runoff resource availability of territories. According to the classification of territories according to the degree of river flow resource availability in the year of 75% availability within the Inzhavinsky district of the Tambov Region, given in the article as an example, the territories belonging to the zones of extremely low, very low, low, high and very high-water availability are marked.

Keywords: water resources, river runoff, water resources availability assessment methodology, Don basin, Volga basin, water discharge.

For citation: Bukovsky M.E., Chernova M.A. Development of the Methodology for Assessing the Availability of Rural Areas with River Flow Resources and Its Application. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologiya*, 2024, no. 2, pp. 79-87. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/63-71>

REFERENCES

1. Andreeva I.V., Tsilikina S.V. Landshaftno-geograficheskiy metod prostranstvennoy otsenki vodoresurnogo potentsiala dlya tseley rekreatsionnogo vodopol'zovaniya [Landscape-geographical method of spatial assessment of water resource potential for the purposes of recreational water use]. *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problema, tekhnologii, upravlenie*, 2017, no. 5, pp. 34-50. (In Russ.)
2. Bukovskii M.E., Chernova M.A. Ocenka izmeneniya letnego stoka rek donskogo basseina na territorii Tambovskoi oblasti za poslednie polveka [The change in summer runoff of the rivers of the Don basin in the territory of the Tambov region over the past half century]. *Trudy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologiya rechnykh basseynov»*, 2018, pp. 33-39. (In Russ.)
3. *Vodnyy kodeks Rossijskoj Federatsii ot 03.06.2006 N 74-FZ (red. ot 02.07.2021 g.)* [Adopted by the State Duma on April 12, 2006]. Moscow Kremlin, 2006. 52 p. (In Russ.)
4. Krasov V.D., Cheremisinov A.Yu. Otsenka vodoobespechennosti territoriy na osnove vodokhozyaystvennogo balansa [Assessment of water availability of territories on the basis of water balance]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, no. 4 (31), pp. 246-250. (In Russ.)
5. Kritskiy S.N., Menkel M.F. *Gidrologicheskie osnovy upravleniya rechnym stokom* [Hydrological fundamentals of river flow management]. Moscow: Nauka, 1981. 255 p. (In Russ.)
6. *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh harakteristik pri otsutstvii dannykh gidrometricheskikh nabljudenij* [Methodological recommendations for determining the calculated hydrological characteristics in the absence of hydrometric observations]. Saint-Petersburg: Gosudarstvennoe uchrezhdenie «Gosudarstvennyy gidrologicheskiy institut», 2009. 193 p. (In Russ.)
7. Popovich V.F., Dunaeva E.A. Modelirovanie pritoka v vodokhranilishcha dlya otsenki dostupnosti vodnykh resursov v ramkakh gorodskogo vodnogo tsikla [Modeling of inflow to reservoirs to assess the availability of water resources within the urban water cycle]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, 2015, no. 2 (58), pp. 114-120. (In Russ.)
8. *Strategiya social'no-jekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federatsii s nizkim urovнем vybrosov parnikovyykh gazov do 2050 goda* [Strategy of socio-economic development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions until 2050]. Moscow: Pravitelstvo RF, 2021. 37 p. (In Russ.)
9. Chernova M.A., Bukovskiy M.E., Dudnik V.V. Otsenka izmeneniya letnego stoka rek Volzhskogo basseyna na territorii Tambovskoy oblasti za 65 let [Assessment of changes in the summer flow of the Volga basin rivers in the Tambov region over 65 years]. *Materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Klimaticheskie izmeneniya i sezonnaya dinamika landshaftov»*, 2021, pp. 111-118. (In Russ.)
10. Holmes David C., Richardson Lucy M. *Research Handbook on Communicating Climate Change*. Edward Elgar Publishing, 2020. 362 p.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 19.05.2023

Accepted: 28.05.2024

Буковский Михаил Евгеньевич
кандидат географических наук, доцент, заведующий лабораторией мониторинга агроклиматического и водно-ресурсного потенциалов территорий Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-2773-3816, e-mail: mikezzz@mail.ru

Чернова Мария Александровна
кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории мониторинга агроклиматического и водно-ресурсного потенциалов территорий Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-3328-7437, e-mail: chernovamarusya@mail.ru

Mikhail E. Bukovsky
Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Head of the Laboratory for Monitoring of Agro-Climatic and Water-Resource Potentials of the Territories of the Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-2773-3816, email: mikezzz@mail.ru

Maria A. Chernova
Cand. Sci. (Geogr.), Researcher at the Laboratory for Monitoring of Agro-Climatic and Water-Resource Potentials of the Territories of the Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-3328-7437, email: chernovamarusya@mail.ru