



медико-экологической ситуации в Воронеже / С. А. Куролап, О. В. Клепиков, Н. П. Мамчик [и др.]. Воронеж, 1995. 84 с.

21. *Кополицкая О. М., Макаров В. З., Чумаченко А. Н.* Медико-экологический анализ распространения злокачественных опухолей кожи в Саратове. Саратов, 2000. 92 с.

22. *Макаров В. З.* Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города / под ред. Ю. П. Селивёрстова. Саратов, 2011. 178 с.

23. Новости Саратовской губернии. Сообщение главного онколога области В. Семенчени. 09.12.2013 г. URL : <http://www.reporter-smi.ru> (дата обращения : 24.05.2014).

24. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М., 2003. 45 с.

25. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1983-05. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение № 2 к ГН 2.1.6.1338-03. М., 2003. 25 с.

26. *Макаров В. З., Суворцева О. В., Чумаченко, А. Н.* Оценка запыленности воздушного бассейна города Саратова по данным прямых и косвенных методов наблюдений // Изв. Сарат. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 16–25.

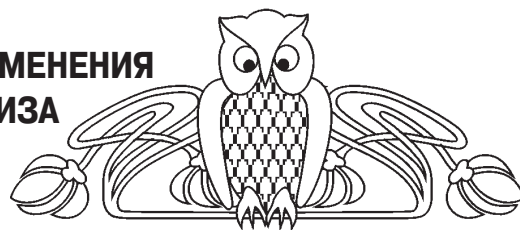
27. Экология и проблемы большого города : рефер. сб. М., 1992. С. 17.

28. *Войтенко В. П., Козловская С. Г.* Современные проблемы геронтологии и гериатрии. М., 1988. 135 с.

29. *Трацилова А. В.* Оценка риска смертности населения от мелкодисперсных взвешенных частиц, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Волгоград, 1999. 29 с.

УДК 504.4.556

## ИСТОРИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОСИСТЕМ



Е. С. Кочеткова

Саратовский государственный университет  
E-mail: [esk-20@yandex.ru](mailto:esk-20@yandex.ru)

В данной статье проведены анализ, обобщение и систематизация материалов гидрологических исследований отечественных и зарубежных учёных в период с конца XIX в. по настоящее время. Выявлено состояние изученности проблемы применения ландшафтно-гидрологического анализа при исследовании геосистем, рассмотрены разнообразные подходы и методы.

**Ключевые слова:** геосистемы, ландшафтно-гидрологический анализ, водный баланс, бассейновый принцип.

### Historical and Methodological Aspects of the Application of Landscape-hydrological Analysis in the Study of Geosystems

Е. S. Kochetkova

In this article the analysis, generalization and systematization of materials of hydrological researches of Russian and foreign scientists are carried out to the period since the end of the nineteenth century till the present time. The extent of the investigation of the problem of application of landscape-hydrological analysis in the study of geosystems is revealed; the various approaches and methods are considered.

**Key words:** geosystems, landscape-hydrological analysis, water balance, basin principle.

Известный учёный-естествоиспытатель В. И. Вернадский в 1926 г. писал, что «настоящее есть закономерное проявление прошлого, как бы далеко оно от нас ни отстояло» [1, с.230]. В географической науке существует две основополагающие концепции, осознававшиеся в различных

формах ещё мыслителями древности. Первая концепция говорит о единстве природы, населения и хозяйства, а вторая подчёркивает разнообразие физико-географических условий, характеризующих территорию [2].

Обводнённость территории является значительным фактором в развитии природной среды, определяющим структурную и функциональную специфику геосистемы. На этот факт неоднократно указывали классики географической науки В. В. Докучаев, В. И. Вернадский, С. Д. Муравейский, Г. Н. Высоцкий [3].

Цель работы – определить роль ландшафтно-гидрологического анализа при оценке состояния и функционирования геосистем. Для выполнения этой цели необходимо решить следующие задачи: провести сравнительный обзор материалов гидрологических исследований отечественных и зарубежных учёных; рассмотреть применявшиеся ранее подходы и методы ландшафтно-гидрологического анализа геосистем.

Разработка теоретических основ ландшафтно-гидрологического анализа основана на многолетнем опыте изучения гидрологических свойств различных геосистем, а также происходящих в последних процессов и явлений. При историческом обзоре исследований водного баланса речных бассейнов необходимо учитывать отсутствие возможности чёткого разделения периодов, так как последующее знание всегда включает предыдущее в качестве своей составной части.

В конце XIX– начале XX в. поиски зависимости речного стока от климатических факторов, определяющих общее количество водных



ресурсов региона, их изменчивость во времени и пространстве были вполне естественны. Представление о главенствующей роли климата составляло теоретический фундамент гидрологической науки. К ученым, анализировавшим зависимость речного стока от климата, можно отнести В. Уле, Е. А. Гейнца, Г. Келлера, Р. Шрейбера, Э. М. Ольдекопа, М. И. Будыко, А. И. Воейкова.

При крайней недостаточности данных гидрологических наблюдений за речным стоком и значительно более полной метеорологической изученности оценка водоносности рек осуществлялась путем расчета годового стока по метеорологическим факторам – осадкам и испарению. Этот способ косвенной оценки речного стока был важен для практических целей. В работах А. И. Воейкова и А. Пенка [4,5] сформулировано уравнение среднего за многолетний период водного баланса крупного речного бассейна [6]:

$$Y = P - E,$$

где  $Y$  – годовой сток;  $P$  – годовые осадки;  $E$  – годовое испарение.

Согласно предложенной зависимости норма стока определяется лишь климатическими факторами. Морфологические особенности водосбора, характер растительности, грунтов и почв отражаются на норме стока через осадки и испарение.

Гидрология как система научных знаний оформилась в начале XX в. Определение гидрологии как науки, изучающей распространение и режим природных вод на земном шаре, было сделано в 1915 г. выдающимся русским гидрологом В. Г. Глушковым. Им же в 1961 г. были сформулированы основные положения ландшафтно-гидрологического принципа, примененного к исследованию как малых, так и больших водосборов и базирующегося на выявлении причинных связей водных ресурсов с характеристиками ландшафтов [7].

Немецкий ученый Р. Шрейбер, рассматривавший в начале XX в. взаимосвязь между элементами водного баланса в различных физико-географических условиях, внес существенный вклад в решение вопроса о выборе методики определения нормы суммарного испарения.

Формула Р. Шрейбера имеет вид (цит. по [6]):

$$E = P \times (1 - e - K/P),$$

где  $K$  – максимально возможное испарение при увлажненном состоянии или испаряемость почвы.

Исследование взаимосвязей климатических характеристик и речного стока, не утратившее своего значения до настоящего времени, проведено современником Р. Шрейбера – известным русским гидрометеорологом Э. М. Ольдекопом [8]. Им предложены формулы, выявившие зависимость испарения и стока от испаряемости почвы [6].

Следует отметить, что в 30-х гг. XX в. гидрологи стали уделять больше внимания малым

речным бассейнам, в которых взаимосвязь процессов и явлений происходила на сравнительно однородном климатическом фоне.

40-е гг. интересны созданием в физической географии теории «выходного звена» или интегративного показателя, за который С. Д. Муравейский принимал сток [9], а М. И. Будыко – соотношение тепла и влаги [10]. Согласно концепции С. Д. Муравейского о трёх интегрирующих факторах ландшафта – стоке, климате и рельефе – наиболее активным географическим фактором является сток [9]. Учёный на первый план в поиске движущей силы развития выдвигал познание парагенезиса и парадинамики процессов, а также их количественное выражение [11].

В 1948 г. в работах климатолога и географа А. И. Воейкова сформулирован основной закон круговорота воды в природе: «При прочих равных условиях страна будет тем богаче текучими водами, чем обильнее осадки и чем меньше испарение с поверхности почвы, вод, растений. Таким образом, реки можно рассматривать как продукт климата» [7, с. 86].

В 50-х годах формулы Э. М. Ольдекопа нашли дальнейшее развитие в исследованиях климатолога М. И. Будыко, предложившего для оценки испаряемости почвы использовать отношение радиационного баланса увлажненной поверхности  $R_0$  к удельной теплоте испарения  $L$  [10]

$$E_0 = R_0 / L,$$

и тем самым впервые увязавшего уравнения водного и теплового балансов.

В 50–60-х гг. уровень изученности комплекса физико-географических факторов был недостаточно высоким, хотя исследования В. Г. Глушкова подчёркивают факт влияния на гидрологические процессы геологии, геоморфологии, почв, растительности [12]. Довольно ясно осознавалось соотношение данных факторов и их взаимодействие. М. И. Львовичем в 1963 г. выделена закономерность существования различной степени влияния факторов на сток в зависимости от особенностей местоположения района [13].

Исследования гидрологических свойств ландшафтов, (А. И. Субботин [14]), лесных геосистем (А. А. Молчанов [15] и др.) в той или иной степени сформировали общие представления об особенностях функционирования природных систем с учетом роли водных объектов. Например, А. А. Молчанов [15] и многие другие исследователи обратили внимание на неоднозначность соотношения значений суммарного испарения с лесных и безлесных водосборов.

Важным этапом в развитии теории гидрологических явлений служит процесс разработки и использования зонально-ландшафтного метода, основанного на географо-гидрологическом методе В. Г. Глушкова [цит. по 16]. В разработку данного направления в гидрологии большой вклад внесли



Львович М. И., А. И. Субботин, Е. С. Змиева и др. Главное научное и практическое значение зонально-ландшафтный метод изучения гидрологического режима имеет для малых и средних рек [17].

Следует отметить, что в конце XX в. практическая значимость приведённых выше исследований возросла: они стали широко использоваться для восстановления естественных характеристик стока речных водосборов, подверженных интенсивной хозяйственной деятельности.

В работе «Гидрологическая роль лесных геосистем» [18] проведен анализ взаимодействия лесных геосистем и гидрологических процессов в различных природных условиях и на разном пространственном уровне с учетом представлений о своеобразии ландшафтно-гидрологических зависимостей, а также гидрологической значимости принадлежности объектов геосистем к системам более высокого ранга и их пространственного размещения относительно друг друга. Например, в одних ситуациях можно говорить о росте осадков и стока при увеличении лесистости, в других эти тенденции имеют обратный знак. При обобщении закономерностей на региональном уровне и выше роль лесной растительности сводится к влиянию на климатические элементы, а важные для исследований на топологическом уровне таксационные и биометрические показатели влияния на гидрологические процессы не оказывают [7].

Таким образом, можно считать, что ландшафтно-гидрологические системы обладают таким важнейшим свойством, как пространственная иерархия, предопределённая спецификой закономерностей взаимодействия процессов и структур каждого уровня и типа объектов.

Задачи гидрологических классификаций и районирования территории имеют большую историю своего решения. Они связаны с именами Б. Д. Зайкова, М. И. Львовича, Д. А. Буракова, В. А. Земцова, Л. К. Давыдова, П. С. Кузина, В. И. Бабкина и других исследователей. Наиболее интересными следует считать классификации с генетически обоснованным выделением единств по гидрологическим признакам. Например, в работе Д. А. Буракова и В. А. Земцова выделенные по минимальному стоку системы обоснованы особенностями геологического строения и литологией [19].

При разработке частных ландшафтно-гидрологических классификаций (ландшафтно-лимнической, лесогидрологической, гидрогеологической и структуры подземного стекания вод и др.) использовались методы формальной классификации. Из данной группы методов при исследовании гидрологической организации территории Западной Сибири независимо друг от друга применены Вроцловская таксономия и иерархический кластер-анализ [7]. При этом подбором исходной информации о гидрологических процессах и определяющих их географических характеристиках добивались получения наиболее

генетически обоснованной картины ландшафтно-гидрологической дифференциации. Примером может служить классификация бассейнов Сибири по их величине с выделением очень малых, малых, средних, больших и крупнейших речных систем. При классификации речных бассейнов целесообразно применять порядковый алгоритм Хортон – Стралера, позволяющий выбрать объекты с наивысшей степенью пространственной репрезентативности [20].

Применение бассейнового принципа при исследовании закономерностей водного баланса заслуживает отдельного внимания, поскольку речной бассейн является основной таксономической и расчётной единицей геосистемного анализа гидрологических проблем. Бассейн служит «узловым» объектом исследований, обладающим значительным интегрирующим фактором – водным потоком. Изучение речных бассейнов как территориальных ячеек перспективно не только в гидрологической науке, но и, например, при природно-хозяйственном районировании.

Идея бассейнового подхода существовала ещё в эпоху Нового времени (XVII – XVIII вв.) в Западной Европе. Так, Ф. Бюашем в работе «Очерк физической географии» (1752) пространства глобального уровня дифференцировались по речным бассейнам. Позже эта идея продолжила своё развитие в трудах И. К. Гаттерера, отождествлявшего бассейны стока с природными районами [2]. Применение данных концепций стало впоследствии возможным и на региональном уровне.

Важной современной проблемой гидрологических исследований является ухудшение гидроэкологического состояния водоёмов, подверженных антропогенному воздействию. Методологической основой её решения является бассейновая концепция организации территории, предложенная Л. М. Корытным [21]. Данный подход занимает одну из ведущих позиций в решении прикладных геоэкологических задач. Структуры склонового строения и строения гидрографической сети бассейнов весьма чувствительны к антропогенной нагрузке, причём наиболее уязвимы разнопорядковые водотоки и эрозионные формы рельефа. Через изменения своего состояния вследствие постоянного накопления потоков вещества и энергии они реагируют на внешние воздействия [22].

Для выявления пространственных различий в строении и типологии речных бассейнов города Саратова активно используется известная система Стралера – Философова [23], позволяющая уточнить структурно-морфометрический план территории и обозначить наиболее подверженные негативному антропогенному воздействию участки города.

В последнее время многие работы посвящены исследованию причин ускоренной деградации малых и средних рек [24]. Так, в Белгородской области, где высока интенсивность эрозионных



процессов, уделяется значительное внимание изучению изменений в состоянии речных бассейнов. Одной из острейших проблем является зарегулированность стока малых рек прудами и водохранилищами. Аналогичная ситуация существует и на малых реках Саратовской области.

При изучении изменений природной среды всё большее значение приобретают методы определения различных морфометрических характеристик речных бассейнов. Под бассейном понимается ограниченная водоразделами часть земной поверхности с учётом толщи почвогрунтов, откуда происходит сток вод в отдельную реку или речную систему, озеро, водохранилище. Технологии геоинформатики, применяемые для обработки, систематизации и анализа данных при картографировании водосборных бассейнов, позволяют получить морфометрические карты.

Современная гидрология располагает большим арсеналом взаимодополняющих друг друга методов познания гидрологических процессов. Важнейшее место среди них занимают методы полевых исследований, которые подразделяются на экспедиционные и стационарные. Большинство результатов стационарных наблюдений на сети гидрологических станций и постов публикуется в материалах Государственного водного кадастра (ГВК). Среди публикуемых материалов ГВК – каталоги водных и водохозяйственных объектов, ежегодные и многолетние данные о режиме и др. Широко используются в гидрологии методы экспериментальных исследований. При анализе материалов гидрологических наблюдений широко используются эмпирические и статистические методы. Теоретические методы анализа гидрологических процессов включают приемы географического обобщения, картографирования и районирования, методы математического и имитационного моделирования, системный анализ (например, при изучении влияния леса на сток) и др.

Исходя из рассмотренных в данной статье материалов, можно отметить, что в развитии теоретических и экспериментальных основ ландшафтно-гидрологических исследований ключевым моментом является уточнение генетической сущности выделяемых систем, особенностей их пространственного сопряжения, закономерностей перехода от систем одного пространственного уровня к другому, более высокому уровню.

На протяжении истории развития знания географами, гидрологами, гидрометеорологами выдвигались различные подходы и методы ландшафтно-гидрологического анализа геосистем. Бассейновую концепцию ландшафтно-гидрологического анализа можно считать основной при проведении исследований влагооборота геосистем. В настоящее время немаловажное значение приобретают усовершенствование методов гидрологического обеспечения комплексных географических прогнозов и экологических экспертиз, решение разнообразных водно-экологических проблем,

проектирование и обоснование водоохраных мероприятий.

С усложнением водно-экологических проблем в различных регионах появляются новые сферы применения ландшафтно-гидрологического анализа при изучении геосистем. Необходимо дальнейшая разработка прикладных аспектов ландшафтно-гидрологических исследований, прежде всего, в области познания гидрологических процессов и явлений как факторов развития и функционирования природных систем.

### Библиографический список

1. Вернадский В. И. Избранные труды по истории науки. М., 1981. 359 с.
2. Максимов Г. Н. Очерки развития географического знания : учеб. пособие. Якутск, 1991. 115 с.
3. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование : учебник. М., 1991. 366 с.
4. Воейков А. И. Климаты земного шара и в особенности России // Избр. соч. : в 4 т. Т. 1. М. ; Л., 1948. С. 163–750.
5. Penk A. Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen // Geogr. Abh. Bd. 5, № 5. S. 10–29.
6. Шикломанов И. А. Исследование водных ресурсов суши : итоги, проблемы, перспективы. Л., 1988. 152 с.
7. Ландшафтно-гидрологический анализ территории / А. А. Капотов, В. В. Кравченко, В. Н. Федоров [и др.]. Новосибирск, 1992. 208 с.
8. Ольдекоп Э. М. Испарение с поверхности речных бассейнов. Юрьев, 1911. 209 с.
9. Муравейский С. Д. Процесс стока как географический фактор // Изв. АН СССР. 1946. Т. X, № 3. С. 299–301.
10. Будыко М. И. Испарение в естественных условиях. Л., 1947. 136 с.
11. Научная электронная библиотека «Киберленинка» URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-teoretiches> (дата обращения : 20.05.2014).
12. Глушков В. Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. М., 1961. 416 с.
13. Львович М. И. Человек и воды. Преобразование водного баланса и речного стока. М., 1963. 568 с.
14. Субботин А. И. Ландшафтно-гидрологический принцип изучения, расчёта и прогноза стока талых и дождевых вод // Метеорология и гидрология. 1967. № 12. С. 50–57.
15. Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., 1960. 487 с.
16. Кузин П. С., Бабкин В. И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л., 1979. 200 с.
17. Нежиховский Р. А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. Л., 1971. 474 с.
18. Гидрологическая роль лесных геосистем / А. Н. Антипов, С. В. Марунич, С. Ф. Федоров [и др.]. Новосибирск, 1989. 168 с.
19. Бураков Д. А., Земцов В. А. Исследование и расчёты характеристик стока рек лесной зоны Западно-Сибирской равнины // Теория и методы гидрологических расчётов : тр. V Всесоюз. гидрол. съезда. Т. 6. Л., 1989. С. 429–436.



20. Хортон Р. Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М., 1948. 158 с.
21. Корытный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск, 2001. 163 с.
22. Горбовская Т. В., Копнина В. В. Применение бассейнового подхода в геоэкологических исследованиях (на примере города Саратова) // Географические исследования в Саратов. гос. ун-те : сб. науч. тр. Саратов, 2008. С. 80–87.
23. Симонов Ю. Г., Симонова Т. Ю. Смена состояний,

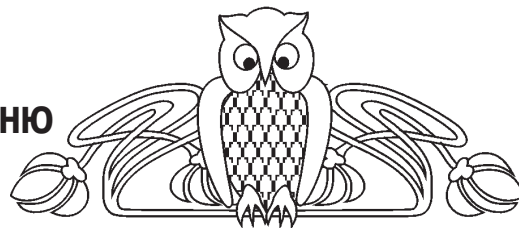
структура и функционирование речных бассейнов как сложных геоморфологических систем // Эколого-геоморфологические исследования. М., 1996. С. 59–63.

24. Лисецкий Ф. Н., Дегтярь А. В., Николенко Е. Н., Марциневская Л. В. Изменения состояния бассейнов малых рек (на примере реки Болховец) // Пятнадцатое пленарное межвуз. координац. совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Волгоград, 3–5 октября 2000 г.) : докл. и краткие сообщения. Волгоград ; М., 2000. С. 134–135.

УДК 911.52 (470.44)

## ЛАНДШАФТНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ САРАТОВСКОГО ПРЕДВОЛЖЬЯ: ОТ РЕГИОНАЛЬНОГО К ЛОКАЛЬНОМУ УРОВНЮ

В. З. Макаров, Н. В. Пичугина, В. А. Затонский,  
Ю. А. Лисман, Д. П. Хворостухин<sup>1</sup>, Е. С. Заботина<sup>2</sup>



<sup>1</sup> Саратовский государственный университет

<sup>2</sup> Российский концерн «Дубки», Саратов

E-mail: makarovvz@rambler.ru; pichuginan@mail.ru

Статья посвящена вопросам ландшафтного картографирования геосистем регионального и локального уровня на примере Саратовского Правобережья. Картографирование проведено с использованием геоинформационных технологий на основе топографических и тематических карт, дешифрирования космических снимков.

**Ключевые слова:** картографирование, ландшафтное районирование, лесостепь, степь, Саратовская область, Правобережье.

### Saratov Predvolzhja Landscape Differentiation from Regional to Local Level

V. Z. Makarov, N. V. Pichugina, V. A. Zatonsky,  
Y. A. Lisman, D. P. Khvorostukhin, E. S. Zabolina

The article is devoted questions of regional and local level geosystems landscape mapping with Saratov region's right bank as an example. Mapping was organized with GIS technologies using on the basis of topographic and thematic maps and space images decoding.

**Key words:** mapping, landscape zoning, forest-steppe, steppe, Saratov region, Right Bank.

**Объектом исследования** является территория Саратовского Предволжья, занимающая 13 039,5 км<sup>2</sup>, что составляет 28,7% от площади Саратовского Правобережья и 12,9% от площади Саратовской области.

**Цель работы** – создание карты, отражающей ландшафтную структуру Саратовского Предволжья до ранга ландшафта, и ее использование для ландшафтного картографирования на локальном уровне.

**Исходные материалы и источники:** топографические и тематические карты, космические снимки, научные статьи и монографии, полевые материалы авторов за 2010–2013 годы.

**Методы исследования:** картографический метод с использованием геоинформационных технологий, сравнительно-аналитический метод.

**О названии и рубежах исследуемой территории.** В географических работах активно используются такие региональные названия, как «Юго-Восток Европейской части» [1], «Нижнее Поволжье» [2, 3], «Саратовское Правобережье» [4, 5] и «Саратовское Заволжье» [5]. В соответствии с источником [1] Юго-Восток Европейской части охватывает восточную половину юга Русской равнины и западную часть Южного Урала. На этой территории находятся Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская, Самарская, Пензенская, Ульяновская, Саратовская, Волгоградская и Астраханская области, а также республики Башкирия, Татарстан и Калмыкия [1]. Восточно-Европейская равнина приурочена к Русской платформе, юго-восточную часть которой, согласно А. В. Вострякову [6], представляют восточный склон Воронежской и южный склон Волго-Уральской антеклиз, а также северная окраина Прикаспийской синеклизы.

Несколько реже употребляются названия «Саратовское Поволжье» [7], «Саратовское Приволжье» [8] и «Саратовское Предволжье» [9]. Г. И. Лотоцкий и С. А. Новиков [7] в Саратовское Поволжье включают всю территорию Саратовской области, в пределах которой, наряду с бассейном Волги, представлены бассейны Дона и Камыш-Самарских озер [10]. В. З. Макаров с соавторами [8] к Саратовскому Приволжью относит левобережные террасы Волги шириной 30–40 км, правобережные земли, прилегающие к Волге на расстоянии 15–20 км, а также акватории Саратовского и Волгоградского водохранилищ в границах Саратовской области. Правобережную часть Приволжья В. З. Макаров с соавторами [8, 9] определяет как «Саратовское Предволжье»