УДК 556.51:681.3

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ОБЪЕКТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ[1]

А. В. Погорелов[2], ***Е. С. Бойко***[3], ***В. А. Брусило***[4]

RIVER BASIN AS A GIS MODELING OBJECT

Pogorelov A. V., Boyko E. S., Brusilo V. A.

The simulation of geocomponents of the Kuban basin is executed by means of GIS-technologies. The GIS application provides an essentially new environment of studying river basin as a geosystem, and makes it possible to use mapping to describe its components in the most rational way, to establish relations and connections between them. GIS modeling resulted primarily in the description of the structure of the basin system — territorial differentiation of hypsometric, hydrographic characteristics and elements of water balance. The advanced ways of calculation of these elements are offered.

Речной бассейн как геосистема. В существующих представлениях об организации геопространства [1] выделяют особый бассейновый тип анизотропных структур, обусловленный речным стоком. Речной бассейн рассматривается как геосистема регионального уровня, наделенная признаками организации подчиненных компонентов. Ведущим фактором обменно-транзитного блока геосистемы здесь выступает речной сток, определяющий конвергентный тип пространственных сопряжений структурных элементов и играющий системообразующую роль. Многие исследователи считают бассейновый подход продуктивным методом структурно-функционального анализа природной среды, дающим более конструктивные результаты в сравнении с традиционными методами ландшафтного зонирования, основанными на типологии относительно однородных территориальных единиц [2–7].

Представим бассейновую систему в виде двух блоков геокомпонентов: 1) фиксированные (консервативные) и 2) транзитные (функционально-динамические). Первый блок представлен прежде всего литогенным каркасом, выполняющим роль субстрата для транзитных гидро-климатических факторов. При взаимодействии последних с литогенным каркасом образуются силовые поля векторно-изопотенциальной структуры, формирующие вещественно-энергетические потоки бассейновой системы.

Такой подход приближает нас к моделированию переноса вещества и энергии в бассейновой системе во всей его полноте с применением категорий баланса, скорости оборота, замкнутости — составляющими метаболизма геосистемы. Полузамкнутые взаимодействия в речном бассейне обеспечивают возможность количественной оценки вещественных преобразований внутри системы. Одна-

[1]Работа выполнена при поддержке РФФИ (04-05-65307) и программы Федерального агентства по образованию «Университеты России» (ур. 08.01.106).

[2]Погорелов Анатолий Валерьевич, д-р геогр. наук, профессор, заведующий кафедрой геоинформатики Кубанского государственного университета.

[3]Бойко Евгений Сергеевич, преподаватель кафедры геоинформатики Кубанского государственного университета.

[4]Брусило Владимир Александрович, аспирант кафедры геоинформатики Кубанского государственного университета.

ко свойства анизотропности геопространства, достигающие своего наибольшего проявления благодаря наличию притоков (бассейнов) низшего порядка, обусловливают методологическую сложность моделирования речного бассейна.

Понятие геоинформационного моделирования. Под термином «геоинформационное моделирование», прочно вошедшим в лексикон геоинформатики, понимается моделирование, базирующееся на ГИС-технологиях. Согласно выделенным блокам бассейновой системы независимому моделированию подлежат фиксированные и транзитные геокомпоненты. В настоящем исследовании моделирование блока фиксированных геокомпонентов бассейновой системы обеспечивает цифровая модель местности речного бассейна. Моделирование блока функционально-динамических геокомпонентов представлено моделями геополей элементов водного баланса. Теоретической предпосылкой моделирования геополей в границах речного бассейна, несмотря на свойственную полям континуальность, служит выделение бассейна в качестве самостоятельной единицы геопространства.

В гидрологическом аспекте моделирование упомянутых блоков можно свести к моделированию гидрографических характеристик и гидрометеорологических элементов. Существующие в гидрологии традиционные способы определения гидрографических характеристик, где измерительными инструментами являются палетка, планиметр, циркуль и курвиметр, весьма трудоемки и имеют погрешности. ГИС-технологии создают принципиально новую среду для совершенствования расчета этих характеристик и предполагают адаптацию к действующим в практической гидрологии нормативам.

Объект геоинформационного моделирования — бассейн р. Кубани. Бассейну р. Кубани свойственно многообразие водообменных процессов, сочетающее управляемые и нерегулируемые изменения элементов водного баланса. Исследуемая территория насыщена гидротехническими сооружениями, эффективная эксплуатация которых требует адекватного знания природных процессов и надежности используемой информации. Природный водообмен здесь нарушен целым комплексом антропогенных преобразований геокомпонентов речной системы, в результате чего водно-балансовые характеристики, структура питания, динамика внутригодового стока и пр. подвергаются трансформациям.

Следует отметить явно недостаточное геоинформационное обеспечение исследований бассейновой системы. До настоящего времени в гидрометеорологической практике не применялись цифровые модели местности, более того, отсутствует сама цифровая модель бассейна. Как следствие, ГИС-моделирование водно-балансовых показателей невозможно.

Наличие инструментов пространственного анализа и функций геомоделирования в существующих полнофункциональных геоинформационных системах [8–10] создает предпосылки для интеграции ГИС в организационную схему водохозяйственного комплекса бассейна р. Кубани. При этом существенно облегчаются задачи визуализации, оперативного картографирования и моделирования полей гидрометеорологических характеристик, анализа периодических и непериодических (паводковых) явлений.

Моделирование рельефа и картометрические расчеты. Ключевое место в начальной стадии геоинформационного моделирования природных систем отводится созданию цифровой модели рельефа (ЦМР), предваряющему морфометрический и гипсометрический анализ. Бассейн р. Кубани отличается сложным рельефом с экстремальными для России высотами (0–5 642 м), в котором горные поверхности соседствуют с плоскими участками равнин. Для территории с подобными характеристиками высот трехмерная основа необходима для описания гипсометрической структуры речного бассейна и диагностики возмущающего влияния горного рельефа на геополя.

Картометрические сведения о бассейнах р. Кубани и ее притоков неполны, а иногда противоречивы. Несмотря на то, что значительная площадь бассейна находится в горах, имеющиеся гипсометрические данные о территории весьма ограничены [11].

Из известных способов создания ЦМР наиболее доступным является оцифровка изогипс по топографическим картам с последующей интерполяцией отметок высот. Выбор техники интерполяции диктуется целями и заданными свойствами модели. Созданная на основе топографических карт масштаба 1:200 000 ЦМР бассейна р. Кубани (рис. 1), имеет следующие параметры (табл. 1). Источником данных о высотах послужили, кроме изогипс, точечные отметки высот и урезов

Таблица 1
Некоторые сведения о параметрах ЦМР бассейна р. Кубани

Водосборы	Количество точек – триплет координат	Плотность точек (на 1 км^2)	Суммарная длина горизонталей, км
Кубань в целом	3406631	58,4	171203
Дельта Кубани	13091	2,2	1514
Адагум	31742	23,5	3074
Афипс	59071	42,5	5790
Пшиш	161659	91,6	6675
Белая	423944	129,6	20317
Чамлык	69918	25,6	3209
Бол. Зеленчук	165213	60,4	8744
Теберда	86111	79,4	5138
Уллукам	58279	97,5	4204

воды. Предельное разрешение ЦМР определяется толщиной линий на топографической карте, что на местности составляет в соответствии с масштабом оригинала около 40 м.

В качестве геодезической основы выполнения работ, включая картометрические расчеты, приняты система координат СК-95 (Пулково), референц-эллипсоид Красовского, проекция Гаусса-Крюгера. Моделирование выполнялось на базе программного пакета ArcGIS (ESRI Inc., США) с приложениями для пространственного анализа Spatial Analyst, 3D Analyst, Geostatistical Analyst. Существенным преимуществом упомянутых приложений является возможность преобразования векторных моделей в растровые при поддержке многообразных операций с последними. Основные расчеты производились путем создания тематических растровых наборов данных на основе векторных изображений и последующих операций с «зонами» — группами ячеек с одинаковыми значениями (функция Zonal Statistics).

Создание ЦМР дает возможность построения слоев структурных линий рельефа — водоразделов, тальвегов. Процедура проведения водораздельных линий — ответственная и важная часть моделирования бассейна, сказывающаяся на результатах картометрических расчетов как бассейна в целом, так и частных бассейнов (водосборов) притоков. При оцифровке водораздельных линий главный и частные водоразделы дешифруются по положению изогипс и рисунку гидрографической сети. При оцифровке водоразделов наиболее проблемными участками оказались плоские поверхности в среднем течении и районе дельты Кубани[5], где горизонтали разрежены, а естественная русловая сеть нарушена множеством каналов. В необходимых случаях для уточнения положения объектов гидрографической сети использовались космические снимки с достаточным разрешением.

Определим источники возможных различий в картометрических расчетах на основе принятых в гидрологии методов работы с бумажными картами и технологий анализа цифровых моделей (при исключении фактора инструментально-технических ошибок). Они могут быть вызваны расхождениями в проведении линий водоразделов и разным масштабом (разрешением) используемых картографических материалов. Поэтому входные данные сравниваемых результатов должны быть известны. Расчеты площадей производились по растру со стороной ячейки 100 м. Выбор разрешения растра обоснован плотностью точек координатного описания (см. табл. 1).

Площадь бассейна р. Кубани по справочным данным составляет 57,9 тыс. км^2 [12, 13], в ряде источников в качестве альтернативной приводится цифра 61 тыс. км^2. Эти различия, вероятно, вызваны неопределенностью проведения водораздела в дельтовой части Кубани. Согласно проведенным расчетам с принятыми параметрами цифровой модели площадь бассейна р. Кубани оказалась равной 58,36 тыс. км^2. Сведения о распределении

[5]В восточной части дельты Кубани главный водораздел проводился по левому берегу Ангелинского Ерика.

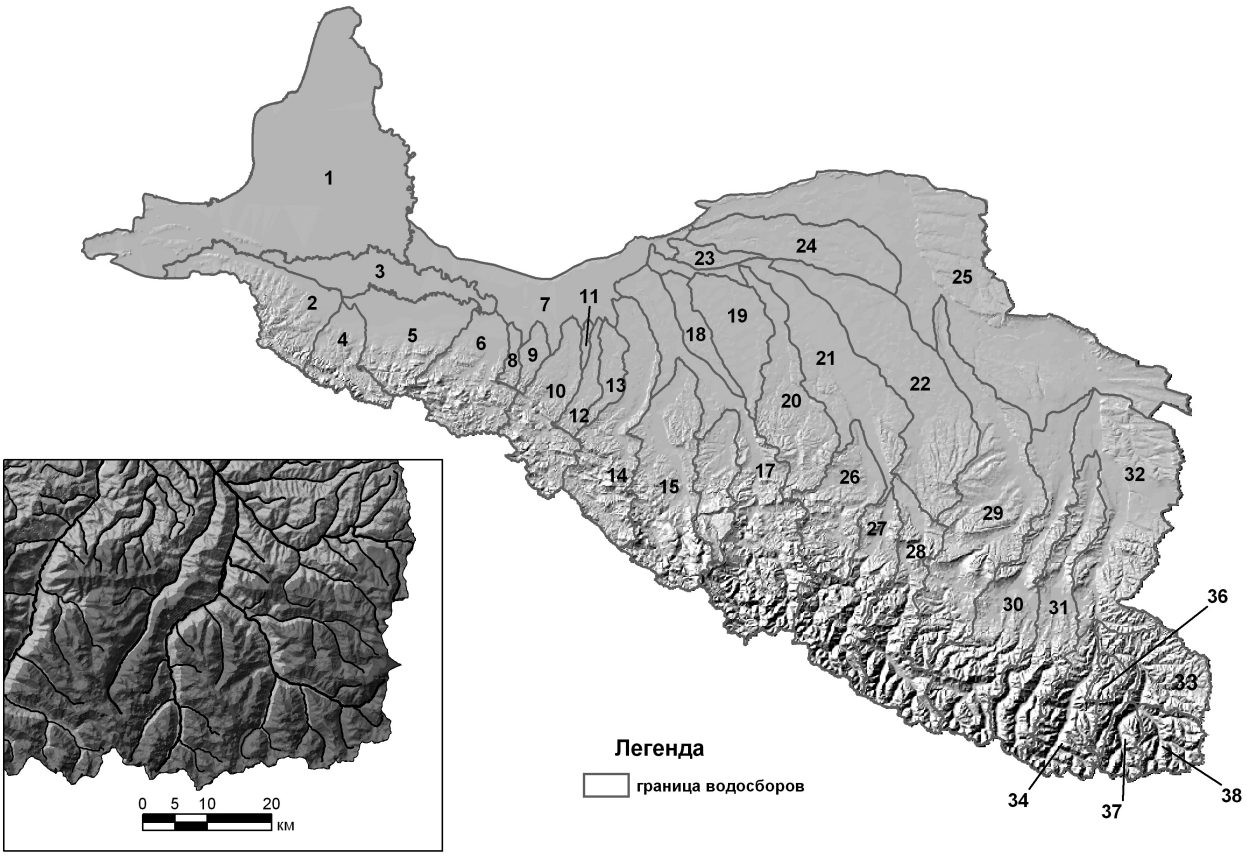


Рис. 1. Цифровая модель бассейна р. Кубани (способ визуализации — hillshade). Во врезке — фрагмент ЦМР с верховьями р. Кубани в виде TIN-модели

площади по высотным интервалам по данным ЦМР (табл. 2) создают основу для оценки вклада фактора высоты в географические процессы.

Как видно из табл. 2, Кубань — в большей степени равнинная река: 61,6 % площади ее бассейна расположено на отметках ниже 500 м, 78,3 % — на отметках ниже 1 000 м, а на высотах более 2 000 м (условное высокогорье) расположено всего 8,5 % площади.

Внутреннее многообразие и неоднородность бассейновой системе, несмотря на ее полузамкнутый характер, придают частные бассейны с совокупностью замыкающих створов. К каждому из частных бассейнов применимы балансовые расчеты. Выделение бассейнов низшего порядка позволяет исследовать пространственную структуру и функционирование компонентов обменно-транзитного блока внутри бассейновой системы, в частности, анализировать генезис речного стока (паводков).

Речная сеть — типичный пример фракталов, что создает определенные трудности в выборе пределов пространственного разрешения при оцифровке водоразделов бассейнов низшего порядка. При выделении таких бассейнов (рис. 1, табл. 3) априори принимался принцип однородности условий формирования речного стока. В соответствии с оро-гидрографической структурой бассейна Кубани в горной части доминирует меридиональная дифференциация, при выходе на равнину преобладают субширотно вытянутые частные бассейны.

Полученный слой бассейнов выступает в качестве так называемого «зонального» слоя данных, служащего для статистических расчетов по растровым моделям (поверхностям) в выделенных зонах (частных бассейнах).

Моделирование поля осадков — элемента водного баланса. Главную роль в функционировании транзитного блока бассейновой системы играют гидро-

Таблица 2
Гипсометрические характеристики бассейна р. Кубани по данным ЦМР

Высотные интервалы, м	Площадь		Нарастание площади с высотой	
	км^2	%	км^2	%
0–25	8468	14,5	8468	14,5
25–50	2569	4,4	11037	18,9
50–100	4396	7,5	15433	26,4
100–250	10226	17,5	25659	44,0
250–500	10297	17,6	35956	61,6
500–750	6255	10,7	42211	72,3
750–1000	3489	6,0	45700	78,3
1000–1500	4423	7,6	50123	85,9
1500–2000	3272	5,6	53395	91,5
2000–3000	4309	7,4	57704	98,9
3000–4000	645	1,1	58349	99,98
более 4000	10,4	0,02	58359	100,0

климатические факторы, представленные совокупностью геополей и геопотоков. Предлагаемый подход может быть реализован применительно к любому из компонентов этого блока, но в настоящей работе применен к приходной части водного баланса — осадкам. Расчеты водно-балансовых показателей выполняются в последовательности:

а) моделирование геополя (поля осадков) по данным точечных измерений посредством алгоритмов геостатистической интерполяции;

б) конвертация результатов моделирования в растровый формат с заданными размерами ячейки (создание грида);

в) выполнение необходимых расчетов на основе функций Map Algebra.

Была поставлена задача расчета величин осадков в границах выделенных высотных интервалов и водосборов. В качестве входящих данных использована годовая норма осадков. При выборе техники интерполяции [14] и параметров геостатистического моделирования принимался во внимание имеющийся опыт [15, 16]. При построении полей норм осадков в бассейне р. Кубани применялся метод радиальных базисных функций (RBF – spline with tension). Следует особо отметить, что при генерировании поля норм осадков использованы их фактические значения на осадкомерной сети (рис. 2). Максимально возможные нормы в горных бассейнах, определенные косвенным путем, могут отличаться от фактически измеренных максимумов. Однако такие величины, как правило, представляющие пример локальной климатической аномалии, нецелесообразно учитывать при построении фоновых карт. Кроме того, вклад такой аномалии в формирование водного баланса бассейна заведомо невысок.

Построенное поле осадков в бассейне р. Кубани «дискретизировалось» в границах выделенных высотных интервалов (рис. 2) и водосборов (рис. 3) для получения соответствующих пространственно-распределенных характеристик по предложенной методике.

Выделим главные закономерности распределения годовых норм осадков в водосборах (табл. 4), определяющих климатический фактор функционирования и организации бассейновой системы. В целом наименее увлажненными являются северная низменная и восточная низко- и среднегорная части бассейна, включающие низовья Кубани (район дельты, Закубанские плавни, водосбор Адагума), обширный участок в среднем течении Кубани и верховья от устья р. Мары до устья Большого Зеленчука (рис. 3, табл. 4). Здесь средний годовой слой осадков составляет 550–630 мм. Таким образом, низовья и северо-восточную периферию бассейна р. Кубани с позиции формирования речного стока следует считать транзитными.

Наиболее увлажненными являются водосборы Малой Лабы и Теберды с годовой нормой слоя осадков около 1 200 мм. Близок к ним водосбор р. Пшехи (более 1 100 мм). Вы-

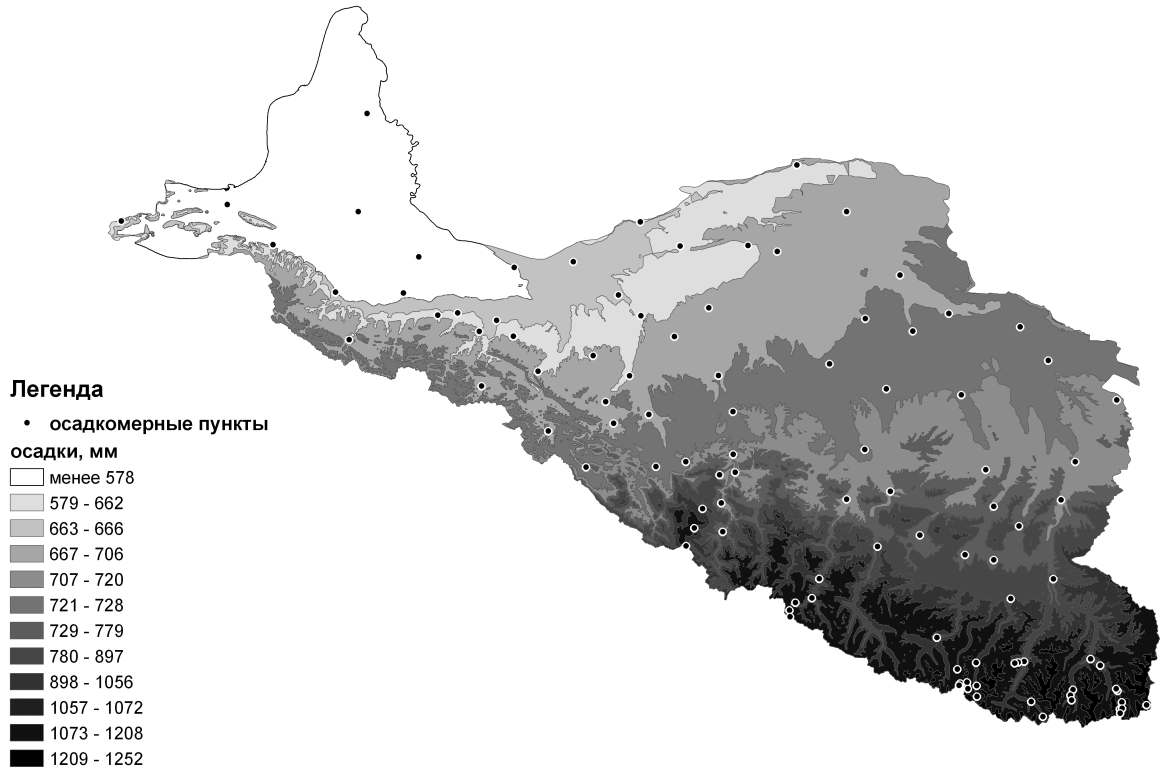


Рис. 2. Распределение осадков по выделенным высотным интервалам в бассейне р. Кубань

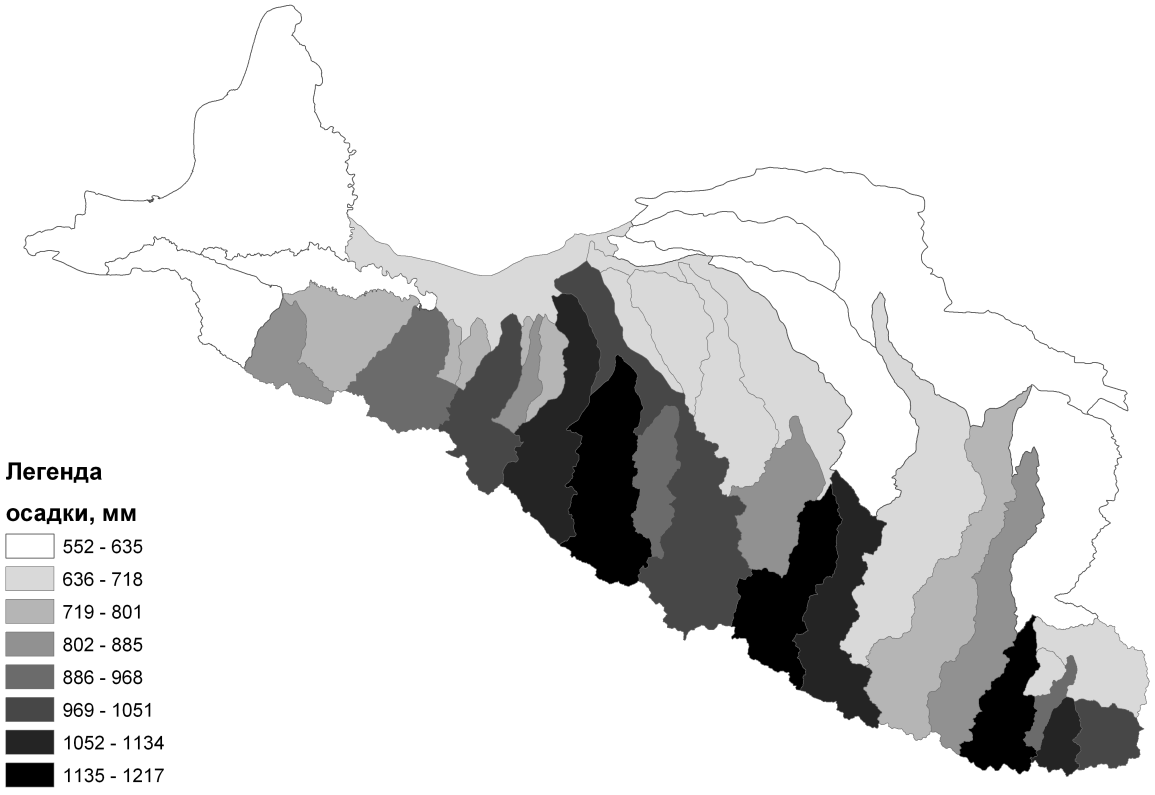


Рис. 3. Годовая норма осадков в частных водосборах бассейна р. Кубани

Таблица 3

Сведения о частных бассейнах р. Кубани по данным ЦМР (метод интерполяции высот — RBF)

Бассейн (участок)	Площадь, км^2	Средняя высота, м	Бассейн (участок)	Площадь, км^2	Средняя высота, м
1. Дельтовый участок Кубани	6071	5,5	20. Фарс	1486	360
2. Адагум	1353	120	21. Лаба	2180	250
3. Закубанские плавни	1007	19	22. Чамлык	2731	380
4. Абин	745	205	23. Малый Зеленчук	245	90
5. Сухой Аушедз	1348	100	24. Средний Зеленчук	1393	125
6. Афипс	1391	190	25. Средняя Кубань	5853	260
7. Нижняя Кубань	1870	29	26. Ходзь	1273	760
8. Супс	143	110	27. Малая Лаба	1622	1610
9. Чибий	215	82	28. Большая Лаба	1719	1610
10. Псекупс	1279	220	29. Уруп	3212	860
11. Шундук	63	65	30. Большой Зеленчук	2736	1390
12. Апчас	334	140	31. Малый Зеленчук	1875	1540
13. Марта	346	110	32. Верховья Кубани от устья Мары до устья Большого Зеленчука	2873	800
14. Пшиш	1764	290	33. Верховья Кубани от слияния Уллукама и Учкулана до водораздела Мары	1065	1900
15. Пшеха	2110	610	34. Теберда	1084	2260
16. Курджипс	776	670	35. Колтюбе	194	1980
17. Белая	3272	860	36. Даут	246	2400
18. Псенафа	431	110	37. Учкулан	397	2600
19. Гиага	1059	140	38. Уллукам	598	2750

соким оказался слой годовых осадков в верховьях Кубани — в водосборах Учкулана и Уллукама; однако, имея в виду их высотное положение (табл. 3), можно признать это объяснимым.

Минимальные и максимальные значения норм осадков в водосборах (табл. 4) определяются соответствующими методами интерполяции. Следует отметить, что расчеты с применением геостатистических методов интерполяции (ординарный кригинг) показали сопоставимые результаты. Жесткий интерполятор RBF обнаруживает экстремумы входных данных. Среднеквадратическое отклонение STD в известной мере характеризует пространственную однородность поля осадков по созданному гриду. Наибольшая однородность поля присуща низменным участкам в среднем течении Кубани (Средний и Малый Зеленчуки) с STD менее 13 мм (табл. 4). Как и следовало ожидать, высокая неоднородность поля годовых норм осадков свойственна горным бассейнам с выраженным орографическим фактором осадкообразования (Белая, Малая Лаба, Малый Зеленчук, Теберда и др.). Здесь STD превышает 300 мм.

Наилучшей независимой проверкой выполненных для водосборов расчетов следует считать гидрологическую верификацию с учетом нормы и коэффициента стока. Однако это осложняется отсутствием наблюдений за стоком в большей части устьев притоков — на замыкающих стоковых створах. Средний объем годовых осадков в бассейне р. Кубани, вычисленный в результате моделирования поля по нормам на пунктах наблюдений, составляет около 45 км^3 (табл. 4), или в эквиваленте слоя осадков — около 770 мм. В качестве гидрологических верификаторов используются следующие показатели водного баланса бассейна р. Кубани: среднемноголетний сток 13,4 км^3 (в створе Краснодара) [13],

Таблица 4

Экспериментальные характеристики поля годовых норм осадков, полученные с использованием метода RBF (spline with tension)

Водосбор (участок)	Характеристики, мм					Объем, км^3
	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	
1. Дельтовый участок Кубани	450	612	162	552	35	3,35
2. Адагум	495	837	342	630	76	0,85
3. Закубанские плавни	547	667	119	614	25	0,62
4. Абин	663	995	332	864	84	0,65
5. Сухой Аушедз	613	930	316	741	84	1,00
6. Афипс	652	1217	565	893	168	1,24
7. Нижняя Кубань	555	777	223	652	35	1,22
8. Супс	681	930	250	794	73	0,11
9. Чибий	700	942	242	791	57	0,17
10. Псекупс	699	1416	717	1047	206	1,34
11. Шундук	702	787	85	737	22	0,05
12. Апчас	697	1122	424	872	116	0,29
13. Марта	688	1023	335	771	72	0,27
14. Пшиш	605	1663	1058	1077	325	1,90
15. Пшеха	692	2341	1649	1151	355	2,43
16. Курджипс	720	1399	679	962	151	0,75
17. Белая	605	2400	1795	1023	382	3,35
18. Псенафа	643	708	65	668	22	0,29
19. Гиага	612	739	127	660	23	0,70
20. Фарс	598	785	188	704	45	1,05
21. Лаба	571	741	170	647	28	1,41
22. Чамлык	571	749	178	623	33	1,70
23. Малый Зеленчук	576	641	65	626	13	0,15
24. Средний Зеленчук	570	632	62	591	14	0,82
25. Средняя Кубань	512	636	124	559	23	3,27
26. Ходзь	676	1166	490	829	118	1,06
27. Малая Лаба	712	2459	1746	1217	347	1,97
28. Большая Лаба	692	1634	943	1096	282	1,89
29. Уруп	552	1214	662	690	123	2,22
30. Большой Зеленчук	527	2074	1547	799	255	2,19
31. Малый Зеленчук	518	2215	1697	849	328	1,59
32. Верховья Кубани от устья Мары до устья Большого Зеленчука	522	691	169	559	26	1,61
33. Верховья Кубани от слияния Уллукама и Учкулана до водораздела Мары	439	992	554	717	98	0,76
34. Теберда	593	1766	1174	1139	385	1,24
35. Колтюбе	595	689	94	644	16	0,12
36. Даут	532	1629	1097	893	350	0,22
37. Учкулан	435	1678	1242	1117	339	0,44
38. Уллукам	433	1976	1543	1046	344	0,62

Примечание. Здесь MIN — минимальная, MAX — максимальная величина осадков, RANGE — амплитуда, MEAN — средневзвешенная величина, STD — среднеквадратическое отклонение в поле фоновых осадков

средняя приточность в Краснодарское водохранилище около 14 км^3, коэффициент стока 0,34 (в створе Краснодара) [17]. Последний показатель в бассейне сильно варьирует, уменьшаясь в Приазовье до 0,07–0,10 [17], следовательно, в целом для бассейна Кубани будет меньше 0,34. С нашими расчетными объемами осадков коэффициент стока в бассейне в целом равен около 0,31. Таким образом, полученные результаты, судя по справочным показателям стока, вполне достоверны.

Заключение. С применением ГИС-технологий выполнено моделирование геокомпонентов бассейна р. Кубани, входящих в обменно-транзитный и фиксированный блоки бассейновой системы. ГИС создают принципиально новую среду для исследований речного бассейна как геосистемы, позволяя наиболее рационально описывать ее компоненты путем картографирования и устанавливая отношения и связи между ними. Главными результатами моделирования явились описание структуры бассейновой системы — территориальной дифференциации гипсометрических, гидрографических характеристик и элементов водного баланса, а также совершенствование способов расчета этих элементов на основе операций с растровыми наборами данных.

Полученные результаты дают основание для развития главных направлений геоинформационного моделирования [18] применительно к речному бассейну: исследованию структуры, взаимосвязей и динамики геосистем.

Литература

1. *Коломыц Э. Г.* Полиморфизм ландшафтно-зональных систем. Пущино, 1998. 312 с.
2. *Ретеюм А. Ю.* О геокомплексах с односторонними системообразующими потоками вещества и энергии // Изв.АН СССР. Сер. геогр. 1971. № 5. С. 122–128.
3. *Гарцман И. Н.* Системные аспекты моделирования в гидрологии // Труды ДВНИГМИ, 1977. Вып. 63. С. 3–84.
4. *Гвоздецкий Н. А.* Основные проблемы физической географии. М.: Высшая школа, 1979. 222 с.
5. *Мильков Ф. Н.* Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. 398 с.
6. *Антипов А. Н., Корытный Л. М.* Географические аспекты гидрологических исследований. Новосибирск: Наука, 1981. 175 с.
7. *Зотов С. И.* Бассейново-ландшафтная концепция природопользования // Изв. РАН. Сер. геогр. 1992. № 6. С. 55–65.
8. Arc Hydro. GIS for Water Resources / Edited by David Maidment. ESRI Press, 2001. 140 p.
9. Hydrological Applications of GIS / Edited by A.M. Gurnell and D.R. Montgomery. John Wiley & Sons, 2000. 176 p.
10. GIS Modules and Distributed Models of the Watershed / ASCE Task Committee. ASCE, 1999. 120 p.
11. *Коровин В. И., Нагалевский Ю. Я.* Гипсография бассейна р.Кубани и ее влияние на речной сток / Кубанский гос. университет. Краснодар, 1978. 32 с. Деп. в ВИНИТИ, № 633-В 78.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 8. Северный Кавказ / Под ред. Д. Д. Мордухай-Болтовского. Л.: Гидрометеоиздат, 1964. 371 с.
13. *Лурье П. М.* Водные ресурсы и водный баланс Большого Кавказа. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 506 с.
14. *Джонстон К., Вер Хоеф Д. М., Криворучко К., Лукас Н.* ArcGIS Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. ESRI. М.: DATA+. 2001. 278 с.
15. *Погорелов А. В., Ткаченко Ю. Ю., Киселев Е. Н., Брусило В. А.* Атмосферные осадки как фактор формирования катастрофического паводка в Краснодарском крае (опыт геостатистического анализа) // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2004 № 2. С. 77–86.
16. *Погорелов А. В., Ткаченко Ю. Ю., Киселев Е. Н.* Исследование региональных флуктуаций атмосферных осадков и речного стока (геостатистический подход) // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2004. № 4. С. 47–58.
17. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. 199 с.
18. *Лурье И. К.* Моделирование в геоинформационном картографировании // Университетская школа географической картографии. М.: Аспект Пресс, 2005. С. 181–189.

Статья поступила 13 марта 2005 г.
Кубанский государственный университет
© Погорелов А. В., Бойко Е. С., Брусило В. А., 2005