

М.Ю. ОПЕКУНОВА, А.В. БАРДАШ, С.А. ТУХТА

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, opek@mail.ru, olek22@mail.ru, varitan@yandex.ru

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА РЕКИ ОЁК)

Впервые представлены данные структурного анализа речных бассейнов Верхнего Приангарья, определены пространственные особенности распределения значений структурных индексов бассейнов третьего порядка. В качестве репрезентативного участка для выявления особенностей структуры речных бассейнов маловодной закарстованной области использован бассейн р. Оёк (правый приток р. Куды). С помощью методического подхода, основанного на хортон-анализе, определены основные структурные показатели бассейна — индексы бифуркации, длин, площадей, уклонов, геоморфологической работы — для бассейнов третьего порядка. При картографировании территории использовалась методика автоматизированного выделения водосборных бассейнов по ЦМР SRTM v.4 с последующей обработкой данных в ГИС SAGA. Анализ распределения индексов показал наибольшую расчлененность западной части бассейна в верхних звеньях эрозионной сети. Определено, что наибольшей однородностью структурных индексов характеризуются бассейны третьего порядка, расположенные в западной части бассейна Оёка в пределах Иркутско-Черемховской равнины, а наибольшим разнообразием в распределении структурных индексов обладают бассейны Кудинской депрессии. Анализ распределения показателей геоморфологической работы показал, что значительная часть переноса вещества выполняется руслами первого порядка западной части бассейна. Был проведен анализ территории по распределению бассейнов с различной потенциальной способностью к накоплению/выносу вещества. По этому показателю большинство бассейнов определяются как транзитные, бассейны-накопители занимают треть территории и сосредоточены в пределах Иркутско-Черемховской равнины в южной части бассейна. Два бассейна-сбрасывателя, небольшие по площади, расположены в северной части бассейна.

Ключевые слова: Верхнее Приангарье, порядок водотока, структурный анализ, структурные индексы, ЦМР, бассейны-накопители, бассейны-сбрасыватели.

M.YU. OPEKUNOVA, A.V. BARDASH, S.A. TUKHTA

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, opek@mail.ru, olek22@mail.ru, varitan@yandex.ru

STRUCTURAL ANALYSIS OF RIVER BASINS IN THE UPPER ANGARA REGION (A CASE STUDY OF THE OEK RIVER BASIN)

Presented are the first data of a structural analysis of the river basins in the Upper Angara region, and the spatial features of the distribution of the values of the structural indices for the third-order basins are determined. As a representative area for identifying the structural features of the river basins in the low-water karst region, we used the basin of the Oek river (the right tributary of the Kuda river). Using the methodological approach based on the Horton analysis, we determined the main structural indices of the basin, namely, bifurcation indices, lengths, areas, slopes and geomorphic work, for third-order basins. Mapping of the territory used the technique of automated identification of catchment basins in terms of SRTM v.4 DEM, followed by data processing in the SAGA GIS. An analysis of the distribution of the indices showed the largest dissection of the western part of the basin in the upper components of the erosion network. It is determined that the highest homogeneity of the structural indices is characteristic for the third-order sub-basins located in the western part of the Oek basin within the Irkutsk-Cheremkhovo plain, while the largest diversity in the diversity of the structural indices corresponds to the basins of the Kuda depression. An analysis of the distribution of the indicators of geomorphologic work showed that a significant part of the matter transport is done by the first-order channels in the western part of the basin. An analysis was made of the territory for the distribution of the basins with a different potential to accumulate/remove matter. According to this indicator, most of the basins are defined as transit basins, and the accumulation basins occupy one-third of the territory and are concentrated within the Irkutsk-Cheremkhovo plain in the lower part of the basin. Two releasing basins, small in area, are located in the northern part of the basin.

Keywords: Upper Angara region, stream order, structural analysis, structural indices, DEM, accumulation basins, releasing basins.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Изучение структуры речного бассейна как геоморфологической и природной системы позволяет выявить основные закономерности распределения потоков вещества в пространстве и времени на различных иерархических уровнях. Бассейновая организация территории представляет собой один из способов пространственной организации географических систем, дополняет ландшафтную организацию объектов и явлений, усиливая их латеральную и особенно парагенетическую связность [1].

Цель исследования — выявление структуры речных бассейнов Верхнего Приангарья на примере репрезентативного водосбора р. Оёк (приток р. Куды).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Бассейн р. Оёк (рис. 1) расположен в пределах нескольких геоморфологических районов. Его северная часть включает бассейны рек Рассошина и Молька и находится в пределах Лено-Ангарского (Верхлененского) плато [2]. Восточная часть бассейна (реки Хурширей-Гол и Кударейка) относится к Кудинской депрессии Предбайкальского прогиба. Южная часть входит в область Присяянского краевого прогиба Иркутско-Черемховской равнины.

Бассейн р. Оёк площадью 600 км² вытянут в субмеридиональном направлении. Ширина бассейна увеличивается с 10 км в верхнем течении до 23 км в среднем за счет бассейна р. Уня. Плотность эрозионного расчленения изменяется в интервалах 1,3–1,4 км/км².

Рельеф характеризуется как равнина с плоскими водоразделами и неглубокими долинами. Высоты водоразделов составляют 600–700 м. Долина реки широкая (600–700 м), террасированная. Повсеместно распространена первая терраса высотой до 5 м, в устьевых частях рек Кударейка и Уня наблюдаются вторая и третья террасы с высотами до 20 м. В формирование рельефа, кроме флювиального, значительный вклад вносят процессы карстообразования и криогенеза, которые во многом обусловили современный облик речных долин. Наиболее подвержен процессам карстообразования бассейн р. Заельник, а полигональный криогенный рельеф ярко представлен в бассейне р. Барда.

На большей части бассейна р. Оёк распространены юрские песчаниковые и песчаниково-галечниковые отложения, лишь долины рек Молька и Оёчек в северной части бассейна выполнены кембрийскими пестроцветными мергелями, доломитами и гипсами верхоленской свиты. Водоразделы

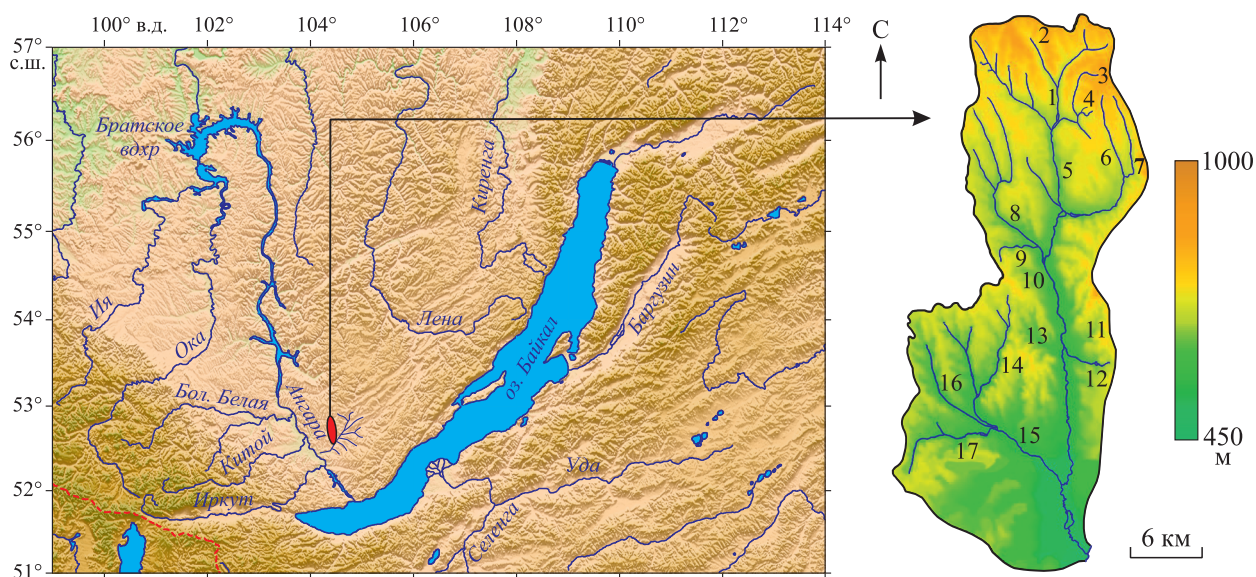


Рис. 1. Схема расположения территории исследования.

Тальвеги: 1 — р. Молька, 2 — р. Рассошина, 3 — р. Барходайка, 4 — р. Мостки, 5 — р. Оёчек, 6 — р. Хурширей-Гол, 7 — р. Кударейка, 8 — р. Барда, 9 — урочище Буржин, 10 — падь Загунтуй, 11 — падь Черемуховая, 12 — падь Глубокая, 13 — падь Скулина, 14 — р. Заельник, 15 — р. Уня, 16 — р. Мозалинская, 17 — р. Ёлкина. Стрелкой показан бассейн р. Оёк.

восточной части в среднем течении и приустьевую часть бассейна слагают четвертичные и неоген-четвертичные галечники и пески (долины рек Уня, Елкина, Заельник, Мозалинская).

В тектоническом строении территории участвуют линейные структуры северо-восточного простирания: Божеханская антиклиналь (реки бассейна р. Уня), а также Бардинская синклиналь (бассейны рек Барда и Кударейка) и Архиерейский купол (бассейны притоков рек Барда, Оёчек, Рассошина).

Гидрологический режим р. Оёк отличается низким расходом воды — 0,47 м³/с, модуль стока — 0,78 м³/(с·км²), максимальный расход воды — 5,56 м³/с, минимальный — 0,26 м³/с. Такие показатели обусловлены прежде всего орографическим положением бассейна, геолого-геоморфологическими условиями, а также широким распространением криогенных и карстовых процессов. Оёк относится к группе рек с низким стоком, а также характеризуется промерзанием русла в зимний период, сокращением стока, значительной мутностью и высокими температурами в летний период [3].

Методический подход основан на морфометрическом анализе речных бассейнов (Хортон-анализ) [1, 4–6, 8, 9], реализуемом в системе кодирования водотоков Стралера–Философова [4], где водоток (или русло временного водотока), не получающий притоков, относится к руслам первого порядка. Анализ структуры речных бассейнов широко применяется при геоморфологических и гидрологических исследованиях как в нашей стране [1, 5–12], так и за рубежом [13–20], детально проработан и значительно усовершенствован для геоморфологических исследований в работах [1, 5, 6], где для анализа речных бассейнов был предложен ряд структурных индексов.

Анализ бассейнов проводился с помощью структурных индексов [2, 5, 6], выражающих соотношение морфометрических характеристик разнопорядковых водотоков в бассейнах третьего порядка. Для каждого индекса бассейнов третьего порядка в работах [1, 5, 6] рассчитаны модальные индексы, которые не зависят от генетической, структурно-тектонической, литологической, ландшафтно-гидрологической составляющих и рассматриваются в качестве эталонных. Расчет, согласно методическим указаниям, проводился для следующих индексов (табл. 1).

Индекс структуры бифуркации (ИСБ) выражает соотношение количества разнопорядковых водотоков в бассейнах третьего порядка. Модальный индекс равен 134, где 1 — количество водотоков третьего порядка; 3 — количество водотоков второго порядка; 4 — количество водотоков первого порядка на каждый водоток второго.

Таблица 1

Структурные индексы бассейнов третьего порядка (бассейн р. Оёк)

Название водотока третьего порядка	Структурные индексы				Площадь, км ²
	бифуркации (ИСБ = 134)	площадей (ИСП = 532)	уклонов (ИСУ = 631)	длин (ИСД = 136)	
<i>Лено-Ангарское плато</i>					
р. Молька (до устья Рассошины)	143	712	541	127	26,01
р. Рассошина	122	613	712	118	14,05
<i>Кудинская депрессия (Предбайкальский прогиб)</i>					
р. Барходайка	123	433	631	244	9,67
р. Мостки	123	811	523	433	3,34
р. Хурширей-Гол (правый приток р. Кударейка)	133	352	532	154	10,53
р. Кударейка (до устья р. Хурширей-Гол)	127	541	631	172	14,96
<i>Иркутско-Черемховская равнина (Присаянский прогиб)</i>					
р. Оёчек	155	631	631	136	41,26
р. Барда	155	631	721	136	57,99
Правый приток р. Барды (урочище Буржин)	122	514	631	226	8,33
Правый приток р. Оёк (падь Загунтуй)	122	712	631	217	10,01
Левый приток р. Оёк (падь Черемуховая)	123	613	361	118	10,67
Левый приток р. Оёк (падь Глубокая)	132	613	532	217	9,98
Правый приток р. Оёк (падь Скулина)	142	721	631	442	16,9
р. Заельник (левый приток р. Уня)	154	622	631	361	29,65
р. Уня	153	622	631	127	23,37
р. Мозалинская (правый приток р. Уня)	152	613	631	118	26,35
р. Ёлкина	163	622	631	127	36,4

Индекс структуры длин (ИСД) показывает соотношение средних длин водотоков разных порядков. Модальный ИСД равен 136. Цифры индекса показывают, что средние длины водотоков первого порядка составляют около 10 %, второго — 30, третьего — 60 %.

Индекс структуры площадей (ИСП) выражает соотношение средних площадей разнопорядковых бассейнов. Модальный ИСП составляет 532 и означает, что в бассейне третьего порядка 50 % занимают водосборы первого порядка, площади склонов, опирающихся на притоки второго, — 30 %, площади склонов, опирающихся на притоки третьего порядка, — 20 %.

Индекс структуры уклонов (ИСУ) показывает соотношение средних уклонов (уклон равен тангенсу угла наклона) разнопорядковых водотоков в бассейне в процентном соотношении, где 100 % — сумма средних уклонов в бассейне. Модальный индекс равен 631, где цифры показывают, что на уклоны водотоков первого порядка приходится 60 %, второго — 30, третьего — 10 %.

Геоморфологическая работа водотоков (М) — отношение индекса структуры площадей к индексу бифуркации бассейна — выражается в разделении площадей определенного порядка на число водотоков соответствующего порядка и позволяет определить нагрузку на единичный водоток. Модальное значение для бассейнов третьего порядка составляет 6:3:1, т. е. нагрузка на водоток первого порядка составляет 6, второго — 3, третьего — 1.

Парагенетические отношения разнопорядковых русел, в частности влияние верхнего звена русел на нижние, согласно [5], описываются следующими показателями (табл. 2):

– соотношение уклонов (U) в узлах слияния водотоков первого и второго (U1), второго и третьего порядков (U2). Они вычисляются как отношение средних уклонов, взятых из ИСД, русел первого порядка к средним уклонам русел второго порядка (U1) и отношение средних уклонов русел второго порядка к средним уклонам русел третьего порядка (U2). Для модальных бассейнов U1 = 2, а U2 = 3;

– показатель транзитности стока наносов (Т), также оцениваемый для двух узлов слияния русел первого и второго (Т1), второго и третьего (Т2) порядков. Данный показатель вычисляется из анали-

Таблица 2

Показатели парагенетических связей в бассейнах третьего порядка

Название водотока третьего порядка	Структурные индексы						Соотношение показателей геоморфологической работы для бассейнов (M1:M2:M3)
	Соотношение уклонов в узлах слияния		Транзитность импульса перераспределения наносов (стока)		Степень погашения входящего импульса		
	U1	U2	T1	T2	P1	P2	
<i>Лено-Ангарское плато</i>							
р. Молька (до устья Рассошины)	1,49	3,61	5,07	4,38	3,48	0,6	6:3:1
р. Рассошина	6,15	0,85	19,45	1,73	49,88	0,21	5:1:1
<i>Кудинская депрессия (Предбайкальский прогиб)</i>							
р. Барходайка	2,61	1,92	1,37	2,6	0,32	0,66	5:2:2
р. Мостки	2,27	0,88	5,49	12,89	1,45	4,83	6:2:3
р. Хурширей-Гол (правый приток р. Кударейка)	1,53	2,24	0,48	3,24	0,11	0,82	2:2:1
р. Кударейка (до устья р. Хурширей-Гол)	2,53	2,55	1,14	24	0,17	14,91	6:3:1
<i>Иркутско-Черемховская равнина (Присаянский прогиб)</i>							
р. Оёчек	1,84	4	2,14	6,8	0,83	1,07	10:6:1
<i>Водотоки бассейна р. Барда (правый приток р. Оёк)</i>							
р. Барда	3,11	3,62	2,15	7,92	0,71	1,33	10:6:1
Правый приток р. Барды (урочище Буржин)	2,23	2,35	4,02	1,54	2,61	0,25	7:3:2
Правый приток р. Оёк (падь Загунтуй)	1,96	2,68	41,29	2,55	98,32	0,33	6:2:1
Левый приток р. Оёк (падь Черемуховая)	0,63	5,78	13,12	2,57	15,43	0,33	5:5:1
Левый приток р. Оёк (падь Глубокая)	1,71	1,99	5,98	2,95	5,03	0,44	7:3:2
Правый приток р. Оёк (падь Скулина)	2,46	1,9	3,17	11,06	0,75	6,62	3:1:2
р. Заельник (левый приток р. Уня)	1,79	5,33	2,65	5,36	0,46	3,89	2:1:3
р. Уня	1,75	4,83	2,8	4,53	1,69	0,63	10:6:1
р. Мозалинская (правый приток р. Уня)	2,17	2,94	9,98	1,75	25,6	0,2	6:2:1
р. Ёлкина	2,05	3,4	3,62	3,84	1,81	0,57	7:3:2

за ИСП: $T1 = S1/S2$, $T2 = (S1 + S2)/S3$, где S — площади однопорядковых бассейнов. Для модального бассейна $T1 = S1/S2 = 5/3 = 1,67$, а $T2 = (S1 + S2)/S3 = (5 + 3)/2 = 4$;

— показатель степени погашения входящего импульса (P). Рассчитывается для описанных выше двух типов узлов слияния русел ($P1$) и ($P2$) на основании анализа ИСП и ИСД. Для вычисления этого показателя необходимо T разделить на длину ниже расположенного русла. Для модального бассейна третьего порядка $P1 = T1/3$; для второго узла нужно разделить показатель $T2$ на 6. Отсюда $P1 = T1/3 = 1,67/3 = 0,56$; $P2 = 4/6 = 0,67$.

Далее, анализируя уклоны в узлах слияния русел второго и третьего порядков, оцениваем потенциальную способность речных бассейнов к выносу/накоплению вещества.

В качестве исходных данных использовалась цифровая модель SRTM v.4 с разрешением 3 угл. с, доступная на сайте консорциума CGIAR-CSI (<http://srtm.csi.cgiar.org>). Обработка исходных данных производилась в открытой настольной ГИС SAGA (<http://saga-gis.org>). Цифровая модель SRTM была перепроецирована в прямоугольную систему координат и подвергнута гидрологической коррекции, при которой были заполнены локальные бессточные впадины. С помощью модулей гидрологического анализа были выделены эрозионная сеть и элементарные бассейны, получены их высотные характеристики. Дальнейшая обработка данных проводилась в векторном формате в программной среде ГИС MapInfo Professional. Полученная эрозионная сеть была скорректирована по топографическим картам м-ба 1:50 000, определены морфометрические характеристики водотоков и их бассейнов — длины, площади, уклоны, показатели расчлененности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Структурные индексы бассейнов третьего порядка. Порядок р. Оёк, рассчитанный по системе Философова—Стралера, составляет 5 [7]. Для структурного анализа по методике Ю.Г. Симонова [5] используются показатели бассейнов третьего порядка. В бассейне р. Оёк выделено 17 бассейнов третьего порядка, 10 из них расположены в правобережной части бассейна (см. табл. 1).

Рассчитанные ИСБ, выражающие соотношение количества разнопорядковых водотоков в бассейнах третьего порядка [1, 5, 6], отклоняются от модального значения. Анализ пространственного распределения ИСБ показал, что западная часть территории исследования наиболее расчленена в пределах средних звеньев эрозионной сети, за исключением небольших по площади бассейнов. Для бассейнов, расположенных в восточной части, характерно снижение количества водотоков второго порядка по сравнению с модальными. В то же время бассейны с небольшой площадью обладают простой структурой бифуркации, тогда как вариативность распределения водотоков разных порядков возрастает с площадью бассейнов.

Анализ распределения ИСД показал наличие двух бассейнов с модальным показателем (ИСД = 136) — рек Оёчек (до устья р. Молька) и Барда, которые обладают наибольшей площадью. В целом для большинства бассейнов распределение средних длин близко к нормальному и характеризуется увеличением средних длин водотоков первого порядка и уменьшением длин водотоков второго порядка. В этих бассейнах скорость получения водотоком второго порядка падает, а третьего, напротив, — возрастает. Наиболее длинные водотоки второго порядка расположены в пределах Кудинской депрессии.

Анализ распределения ИСП (модальный ИСП = 532) показал, что в большинстве случаев площади бассейнов первого порядка больше, а второго — меньше модальных значений. В бассейнах с максимальными площадями незначительно увеличены средние значения площадей бассейнов первого порядка, но уменьшены третьего.

Большинство значений ИСУ (модальный ИСУ = 631) бассейнов третьего порядка совпадают с модальным. В бассейнах рек Барда и Рассошина (ИСУ — 712 и 721 соответственно) уклоны водотоков первого порядка незначительно повышены, уклоны водотоков второго порядка — понижены, третьего — или соответствуют модальному индексу, или повышены. Значения уклонов тальвегов первого порядка бассейна пади Черемуховой низкие, второго порядка — повышены, а третьего — совпадают с модальным (ИСУ = 361). Значения уклонов водотоков первого порядка немного понижены относительно модального, а уклоны второго и третьего порядков либо завышены, либо занижены (падь Глубокая; р. Молька, р. Мостки).

Динамические показатели бассейнов третьего порядка. Интенсивность геоморфологической работы — результирующий показатель структуры бассейна, который иллюстрирует нагрузку на водотоки разного порядка в бассейне. Он определяется уклоном, длиной и площадью для каждого водотока

Рис. 2. Карта-схема распределения бассейнов третьего порядка по потенциальной способности к накоплению-выносу вещества.

I — участки-сбрасыватели; II — транзитные участки с тенденцией к выносу; III — транзитные участки; IV — транзитные участки с тенденцией к накоплению; V — участки-накопители; VI — границы бассейнов третьего порядка; VII — граница бассейна р. Оёк.

[2, 4, 5]. В бассейне р. Уня показатели работы водотоков совпадают с модальными: для водотоков первого порядка равны 6, второго — 3, третьего — 1. Наибольшей нагрузкой на водотоки первых и вторых порядков отличаются бассейны рек Оёчек, Барда и Уня (см. табл. 2). Бассейн р. Мостки также выделяется повышенной нагрузкой на водотоки первого порядка, однако здесь возрастает нагрузка и на водоток третьего порядка. Повышенная нагрузка на водотоки всех порядков отмечается у бассейнов р. Ёлкина, пади Черемуховой, урочища Буржин. Группа с модальным показателем работы первых водотоков объединяет бассейны рек Мостки, Кударейка и пади Глубокой. Группа с пониженными показателями работы водотоков первого порядка — бассейны рек Рассошина, Барходайки, пади Черемуховой. Существенно сниженными значениями работы водотоков первого порядка отличаются бассейны рек Хурширей-Гол, Заельник и пади Скулина. Таким образом, максимальная нагрузка по выполнению геоморфологической работы приходится на водотоки первого порядка западной части бассейна.

Согласно методике Б.А. Новаковского, Ю.Г. Симонова, Н.И. Тульской [6], по степени накопления/выноса вещества в бассейне р. Оёк

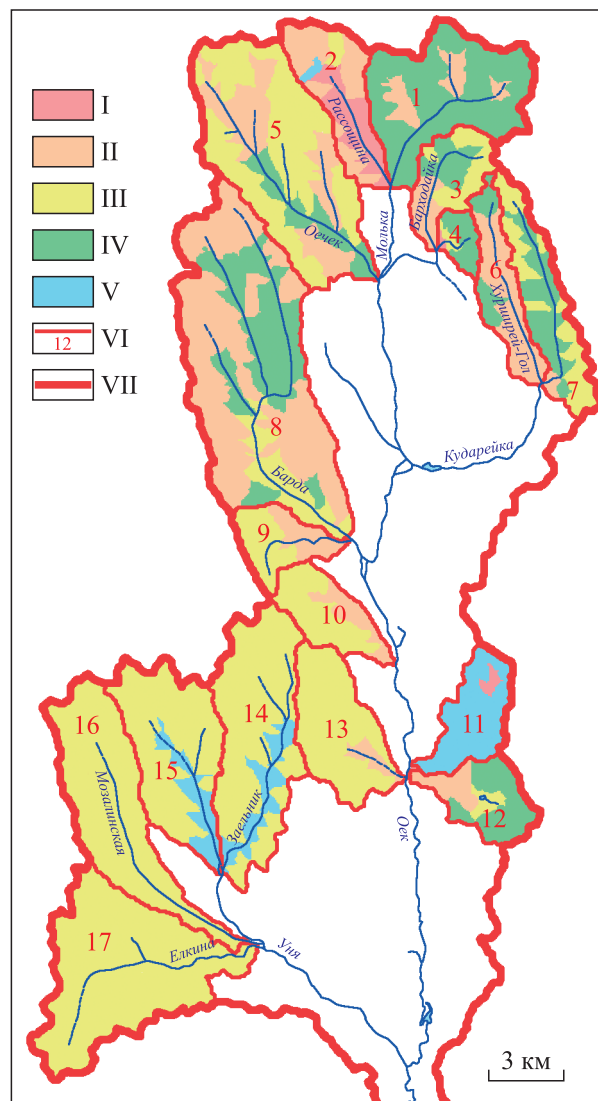


Таблица 3

Количественные характеристики распределения бассейнов 1–3-го порядков по их потенциальной способности к накоплению вещества

Характеристика	Типы бассейнов				
	Сбрасыватели	Транзитные с тенденцией к выносу	Транзитные	Транзитные с тенденцией к накоплению	Накопители
<i>Бассейны первого порядка</i>					
Количество	0	2	10	4	1
Доля от площади бассейнов первого порядка, %	0	21	62	14	3
Доля от общей площади, %	0	12	37	8	2
<i>Бассейны второго порядка</i>					
Количество	1	3	9	3	1
Доля от площади бассейнов второго порядка, %	1	27	36	35	1
Доля от общей площади, %	<1	5	8	7	<1
<i>Бассейны третьего порядка</i>					
Количество	2	7	3	2	3
Доля площади бассейнов третьего порядка, %	8	24	35	15	18
Доля от общей площади, %	1	5	7	3	3

выделяются пять классов бассейнов: накопители, транзитные с тенденцией к накоплению, транзитные, транзитные с тенденцией к выносу и сбрасыватели (рис. 2). В бассейнах выделялись аналогичные участки по степени накопления выноса вещества для тальвегов первого порядка, узлов слияния русел соседних порядков (U1 и U2) (табл. 3).

Соотношения уклонов в узлах слияния для разнопорядковых русел распределяются в бассейнах следующим образом. Большинство значений U1 близки к модальным, а бассейны второго порядка в основном транзитные. Значения U2 для узлов слияния водотоков второго и третьего порядков в основном занижены, а значения (U1 и U2), близкие к модальным, характерны для бассейнов юго-западной части бассейна р. Оёк (см. табл. 3).

По потенциальной способности к накоплению/выносу потоков вещества бассейны третьего порядка распределены следующим образом. Большинство бассейнов транзитные с тенденцией к выносу вещества. Три бассейна относятся к транзитным (35 % от общей площади), семь — к транзитным с тенденцией к выносу (24 %); два — к транзитным с тенденцией к аккумуляции (15 %); 3 — к аккумулятивным (18 %), 2 — к бассейнам-сбрасывателям (8 %).

Анализ бассейнов третьего порядка по их потенциальной способности к накоплению/выносу вещества позволил определить большинство бассейнов как транзитные, характерные для всех областей. Бассейны-накопители рек Уня, Мозалинская и пади Черемуховой сосредоточены в южной части бассейна, в пределах Иркутско-Черемховской равнины. Бассейны-сбрасыватели рек Рассошина и Мостки располагаются в северной части бассейна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом в пределах Иркутско-Черемховской равнины наибольшей однородностью структурных показателей отличаются бассейны третьего порядка, сосредоточенные в юго-западной (притоки р. Уня) и северо-западной (реки Оёчек и Барда) частях бассейна. Наибольшим разнообразием в распределении структурных индексов обладают бассейны Кудинской депрессии Предбайкальского прогиба. Максимальная работа по переносу вещества в бассейнах выполняется водотоками первого порядка в западной части бассейна р. Оёк.

Анализ распределения бассейнов по их потенциальной способности к накоплению/выносу потоков вещества показал, что большинство бассейнов третьего порядка транзитные. Значительную площадь занимают аккумулятивные бассейны, сосредоточенные в южной части бассейна. Бассейны-сбрасыватели сосредоточены в северной части бассейна и занимают незначительную часть от общей площади.

Работа выполнена в рамках программы НИР Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (0347–2016–0001) при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и правительства Иркутской области (17–45–388070–р–а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю.** Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки // Эрозия почв и русловые процессы. — 2004. — Вып. 14. — С. 7–82.
2. **Атлас Иркутской области: экологические условия развития** / Ред. В.В. Воробьёв, А.Н. Антипов, В.Ф. Хабаров. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН; М.: Роскартография, 2004. — 90 с.
3. **Государственный водный кадастр. Раздел I: Поверхностные воды. Сер. 3. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1: Реки и каналы. Т. 1, вып. 13: Бассейн Ангары.** — Л.: Гидрометеозидат, 1987. — 290 с.
4. **Философов В.П.** Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1960. — 68 с.
5. **Динамическая геоморфология: Учеб. пособие** / Под ред. Г.С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. — 448 с.
6. **Новиковский Б.А., Симонов Ю.Г., Тульская Н.И.** Эколого-геоморфологическое картографирование Московской области. — М.: Науч. мир, 2005. — 72 с.
7. **Скрипко В.В.** Особенности структуры речных бассейнов равнинной части Алтайского края // Изв. Алт. ун-та. — 2012. — № 3 [Электронный ресурс]. — <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-struktury-rechnyh-basseynov-ravninnoy-chasti-altayskogo-kraya> (дата обращения 29.06.2017).

8. **Муракаев Р.Р.** Структура временных и постоянных водотоков в речных бассейнах центра ЕТР, Западной Сибири и Западного Тянь-Шаня: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2012. — 27 с.
9. **Абакумова В.Ю.** Изучение территориального распределения условий формирования речной сети бассейна реки Чита (Забайкальский край) // Вестн. Том. ун-та. — 2013. — № 368. — С. 152–158.
10. **Крюков К.К.** Структура малых и средних речных бассейнов Волгоградского правобережья и их антропогенное преобразование: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2014. — 24 с.
11. **Скрипко В.В., Платонова С.Г.** Использование бассейнового анализа в оценке эколого-геоморфологического состояния (на примере Приобского плато) // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. — Воронеж: Изд-во Воронеж. пед. ун-та, 2014. — С. 53–57.
12. **Есипова Е.С., Кобяков К.Н., Колбовский Е.Ю., Милаковский Б.Д., Маланин П.Б., Лисунов О.А., Омелько А.М., Пуреховский А.Ж., Старожилов В.Т., Ухваткина О.Н.** Методические подходы и рекомендации к зонированию малонарушенных лесных территорий на юге Дальнего Востока России. — М.: Изд-во Всемир. фонда дикой природы (WWF), 2016. — 41 с.
13. **Tribhuvan P.R., Sonar M.A.** Morphometric analysis of a Phulambri river drainage basin (Gp8 Watershed), Aurangabad District (Maharashtra) using Geographical Information System Tribhuvan // International Journ. of Advanced Remote Sensing and GIS. — 2016. — Vol. 5, issue 6. — P. 1813–1828.
14. **Rai P.K., Mohan K., Mishra S., Ahmad A., Mishra V.N.** A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin, India // Applied Water Science. — 2017. — Vol. 7, issue 1. — P. 217–232.
15. **Rawat P.K., Tiwari P.C., Pant C.C.** Morphometric analysis of third order river basins using high resolution satellite imagery and GIS Technology: special reference to natural hazard vulnerability assessment // E-International Scientific Research Journ. — 2011. — Vol. 3, issue 2. — P. 70–87.
16. **Zende A.M., Nagarajan R., Atal K.R.** Prioritization of sub-watersheds in semiarid region, Western Maharashtra, India using Geographical Information System // American Journ. of Engineering Research (AJER). — 2012. — Vol. 02, issue 10. — P. 128–135.
17. **Yang K., Smith L.C., Chu V.W., Pitcher L.H., Gleason C.J., Rennermalm A.K., Li M.** Fluvial morphometry of supraglacial river networks on the southwest Greenland Ice Sheet, GIScience & Remote Sensing [Электронный ресурс]. — <https://www.researchgate.net/publication/297225235> (дата обращения 16.09.2016).
18. **Vittala S.S., Govindaiah S., Gowda H.H.** Morphometric analysis of sub-watersheds in the Pavagada area of Tumkur district, South India using remote sensing and GIS techniques // Journal of the Indian Society of Remote Sensing. — 2004. — Vol. 32, N 4 [Электронный ресурс]. — <https://doi.org/10.1007/BF03030860> (дата обращения 16.09.2016).
19. **Waikar M.L., Nilawar A.P.** Morphometric analysis of a drainage basin using geographical Information System: a case study // International Journ. of Multidisciplinary and Current Research. — 2014. — Jan/Feb. — P. 179–184.
20. **Martins A.K., Gadiga B.L.** Hydrological and morphometric analysis of Upper Yedzaram catchment of Mubi in Adamawa State, Nigeria using Geographic Information System (GIS) // World Environment. — 2015. — Vol. 5, N 2. — P. 63–69.

Поступила в редакцию 5 декабря 2017 г.