

УДК 551.49

**УЧЕТ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ РАЙОНИРОВАНИИ
ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА ПО УСЛОВИЯМ
ФОРМИРОВАНИЯ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК****Ф.А.ИМАНОВ***Бакинский Государственный Университет**farda_imanov@mail.ru*

Статья посвящена вопросу гидрологического районирования территории Азербайджана по условиям формирования минимального зимнего стока рек. Для более обоснованного проведения границ гидрологических районов, предлагается учитывать количественных показателей гидрогеологических условий, а именно коэффициента подземного питания рек и коэффициента истощения подземных вод в маловодные сезоны.

Ключевые слова: районирование, минимальный сток, гидрогеологические факторы, коэффициент истощения, коэффициент подземного питания рек

Состояние вопроса

Практическое значение районирования территории Азербайджана по условиям формирования минимального стока рек состоит в том, что оно необходимо для пространственного обобщения характеристик минимального стока: применительно к выделенным районам устанавливаются расчетные зависимости минимального стока с различными показателями природных факторов.

В целом, подобное гидрологическое районирование территории должна основываться, прежде всего на учете двух групп факторов:

1. климатических;
2. гидрогеологических.

В качестве показателей климатических условий обычно применяются величина атмосферных осадков и отношения осадков к испаряемости, а также характер их распределения по территории.

В гидрогеологии при районировании широко используются качественные признаки, например, породы одного литологического состава и возраста, но имеющие разную обводненность. Однако, использование

только качественных показателей недостаточно. Необходимо осуществлять анализ геолого-гидрогеологических условий, которые определяют величину подземного стока в реки и учитывать их количественных показателей.

Например, с целью учета влияния геологического строения бассейнов на минимальный сток рек, на территории Армении выделено три района (Важнов, 1956):

- район со слабопроницаемыми или водоупорными породами;
- район с сильно трещиноватыми и проницаемыми породами;
- район со средне проницаемыми породами.

Однако, автор не объясняет как были установлены границы этих районов.

В ряде работ отмечается, что гидрологические особенности бассейна рек могут быть полнее отражены глубиной эрозионного вреза русла, соответствующей вертикальной мощности зоны интенсивного водообмена, чем путем выделения “однородных” районов (Михайлов, 1973; Новосад, 1981 и др.). Как правило, с увеличением глубин эрозионного вреза русла реки величина минимального стока возрастает. Такая закономерность наблюдается для рек большинства районов Кавказа (Иманов, 2000).

Имеются попытки применения и других показателей гидрогеологических условий. Например, в работе (Bingham, 1982) для оценки влияния различных типов горных пород на низкий сток использована величина индекса истощения стока. Основной характеристикой гидрогеологических условий формирования минимального летне-осеннего стока озерных рек юго-восточной части Литвы является состав почвогрунтов водосборов, количественно характеризующиеся долей (%) площади водосбора, покрытой песчаными почво-грунтами (Килкус, 1978). С увеличением доли песчаных почво-грунтов на водосборе наблюдается увеличение минимального летне-осеннего стока.

В качестве косвенного показателя гидрогеологических условий бассейна используется и величина коэффициента естественной зарегулированности стока (Богачинов, Чодураев, 1984). Считается, что этот коэффициент характеризует аккумулирующую способность бассейна.

Прежняя схема районирования

Ранее, при районировании территории всего Кавказа, вначале были определены естественные границы между основными крупными областями, существенно различающимися природными условиями формирования характеристик речного стока, включая минимальный (Иманов, 2000). К числу таких границ, на территории Азербайджана прежде всего следует отнести Главный Кавказский хребет, а также основные хребты Большого и Малого Кавказа.

Вышеперечисленные природные рубежи делят территорию Азербайджана на известные природные области: 1-Большой Кавказ; 2-Малый Кавказ; 3-Куринская межгорная впадина; 4-Нахчыван; 5-Ленкоранская природная область.

В Куринской межгорной впадине находятся основные орошаемые массивы Азербайджана и естественный режим рек (в основном нижнее течение крупных притоков Куры) сильно нарушен. Поэтому в дальнейшем эта природная область исключена из рассмотрения.

Для определения границ районов относительно однородных по гидрологическим признакам, осуществлено районирование в пределах выделенных природных областей. При этом были соблюдены основные принципы физико-географического районирования: принцип генетического единства, принцип комплексности, принцип относительной однородности и территориальной общности районов (Мильков, 1966).

В качестве основного показателя однородности гидрологических районов внутри природных областей была принята синхронность многолетних колебаний минимального стока, которая связана с соответствующими колебаниями основных метеорологических элементов. Такой подход имеет важное практическое значение. Дело в том, что районирование территорий по условиям формирования минимального стока необходимо не только для разработки расчетных схем по определению характеристик минимального стока при отсутствии данных наблюдений, но и для выбора рек-аналогов при недостаточности наблюдений. В последнем случае, наиболее объективным критерием является синхронность в многолетних колебаниях расходов данного водосбора и его аналога (Кузин, Бабкин, 1979).

Процедура выделения районов по синхронности колебаний минимального стока достаточно подробно изложена в работе (Иманов, 2000). Здесь же лишь отметим, что при этом были использованы разностные интегральные кривые и проанализированы корреляционные матрицы парных коэффициентов корреляции связей минимальных расходов воды рек.

По характеру синхронных колебаний на территории Азербайджана в зимний сезон были выделены 4 района.

На заключительном этапе процесса районирования, необходимо выделение районов как по общности природных условий (качественная форма), так и по характеру их количественного влияния на режим и величину стока (Владимиров, 1970). Для решения этой сложной задачи обычно применяется один из двух подходов: бассейновый или зональный (Кузин, Бабкин, 1979).

С физической точки зрения предпочтение должно отдаваться зональному подходу, поскольку, как уже отмечалось, в горных областях,

в частности в Азербайджане довольно отчетливо проявляется высотная поясность.

При таком подходе выделяются, например, высокогорная, среднегорная и низкогорная зоны, применительно которым, в дальнейшем, осуществляется обобщение характеристик минимального стока. С точки зрения практических гидрологических расчетов зональный подход имеет ряд недостатков, главным из которых является то, что зональные границы «разрезают» водосборы на несколько частей, в результате чего разрушается целостность границ бассейнов. Следует также отметить, что внутри выделенных высотных зон проявляется и широтная зональность. Чтобы избежать влияния последней, внутри высотных зон выделяются относительно однородные районы с небольшими размерами. Однако, при излишней дробности территорий уменьшается как число пунктов наблюдений, данные по стоку которых привлекаются к анализу, так и диапазон изменения показателей природных факторов (например, средняя высота водосбора). Эти обстоятельства затрудняют установление надежных расчетных зависимостей для оценки минимального стока рек при отсутствии данных наблюдений.

Вышеперечисленных недостатков зонального подхода лишен другой подход – бассейновый. Противники разделения территории по речным бассейнам считают, что контуры водосборов не являются границами гидрологического режима. Представляется, что это не может являться препятствием для данного вида районирования. Дело в том, что гидрологическое районирование производится только для местных рек, включающих только малые и средние горные реки, размеры бассейнов которых как правило, составляет всего несколько сот квадратных километров, что позволяет достаточно надежно установить границы изменения природных условий и гидрологических явлений.

При использовании бассейнового принципа районирования границы районов, отражающих изменения природных условий, определяются более четко, чем при зональном подходе. Основной ценностью бассейнового подхода районирования является учет общности истории развития территории (Кузин, Бабкин, 1979).

Учитывая вышесказанное, в основу районирования Азербайджана по условия формирования минимального стока был положен бассейновый принцип. В пределах районов с синхронными колебаниями минимального стока выделены территории со сходными гидрогеологическими условиями, главным образом по литологическому составу пород, их возрасту и обводненности. В качестве показателя обводненности водовмещающих пород использовались данные о количестве и дебите родника, а при их отсутствии сведения о модулях минимального стока рек.

При этом учитывались ранее выполненные физико-географические районирования исследуемой территории (Мусеибов, Будагов, 1975), гидрологические районирования (Мамедов, 1984; Рустамов, 1960) и районирования по условиям формирования минимального стока рек (Быков и др., 1984).

Однако, в работе (Иманов, 2000) отмечалось, что эти районы являются относительно однородными по условиям формирования минимального стока рек Азербайджана и по мере накопления новых данных, а также по мере разработки новых объективных методов районирования границы их могут быть уточнены и изменены.

Новая схема районирования

В данной работе предложена новая схема районирования территории Азербайджана по условиям формирования минимального зимнего стока рек. При этом, климатические условия опять учитываются по степени синхронности многолетних колебаний минимального стока и применяется бассейновый подход районирования. Главное различие заключается в учете количественных показателей гидрогеологических условий речных бассейнов.

С учетом однотипности гидрогеологических условий, особенностей формирования ресурсов и запасов подземных вод, закономерностей распределения их гидродинамических и гидрохимических показателей на территории Азербайджана выделено 18 гидрогеологических бассейнов порово-трещенных, порово-пластовых и трещенных вод. Из этих бассейнов только 4 охватывают горные районы, в пределах которых происходит формирования речного стока в маловодные периоды года. Остальные бассейны охватывают равнинные районы, которые представляют зоны транзита и использования речного стока. Таким образом, горные речные бассейны в гидрогеологическом отношении изучены очень слабо. Имеющиеся данные по гидродинамическим показателям являются эпизодическими и использование их при гидрологическом районировании территории Азербайджана представляется невозможным. Несколько лучше обстоят дела с гидрогеологическим бассейном порово-трещенных вод Малого Кавказа (Геология Азербайджана..., 2008).

К сожалению, до настоящего времени в горной части Азербайджана отсутствует стационарная сеть наблюдений за режимом подземных вод. Режим подземных вод горной зоны изучался на примере 240 родников бассейна р. Гянджачай (1965–1974 гг.) от ее истоков до с.Зурнабад.

При разработке новой схемы районирования использованы два гидрогеологических показателя:

- Коэффициент подземного питания рек;
- Коэффициент истощения подземных вод, разгружающихся в реки в зимний сезон.

Коэффициент подземного питания рек (k) является показателем участия подземных вод в формировании общего (годового) речного стока

и характеризует инфильтрационную способность горных пород, слагающих речные бассейны.

Коэффициент истощения (α) характеризует интенсивность уменьшения запасов подземных (грунтовых) вод, имеющихся в речном бассейне в зимний сезон.

Для большинства горных рек величины коэффициента подземного питания составляют 40-60% и в среднем для всех рек земного шара-35% (Водные ресурсы России..., 2008). Выполнен анализ зависимостей коэффициента подземного питания рек (k) Азербайджана от средней высоты водосбора (H). Данные о коэффициенте подземного питания рек (всего 98 гидрологических пунктов) заимствованы из работы (Рустамов, Кашкай, 1978).

Рассмотренная зависимость выявлена для трех районов из шести выделенных на изучаемой территории (табл. 1). В этой таблице приведены аналитические выражения и коэффициенты корреляции этих связей. Данная связь наиболее тесная для рек северо-восточного склона Малого Кавказа и Карабаха (рис. 1). Зависимость $k=f(H)$ является расчетной и для рек северо-восточного склона Большого Кавказа ($r=0.72$). Рассмотренная зависимость прослеживается и в Ленкоранском районе, однако она выражена слабо ($r=0.54$) (Иманов, Алекперов, 2014).

Увеличение коэффициента подземного питания рек с высотой, помимо геологического и геоморфологического строения речных бассейнов, зависит от величины снеговых вод, который также возрастает в указанном направлении.

Таблица 1

Коэффициент подземного питания (k) рек Азербайджана

№	Район	k	r
1	Северо-восточный склон Большого Кавказа	$k = 0,0080 \cdot H + 23,199$	0.72
2	Горный Ширван	0,42	-
3	Бассейн р.Ганых	0,48	-
4	Северо-восточный склон Малого Кавказа и Карабах	$k = 0,0285 \cdot H - 7,0028$	0.91
5	Нахчыван	0,46	-
6	Ленкоранская природная область	$k = 0,0049 \cdot H + 24,087$	0.54

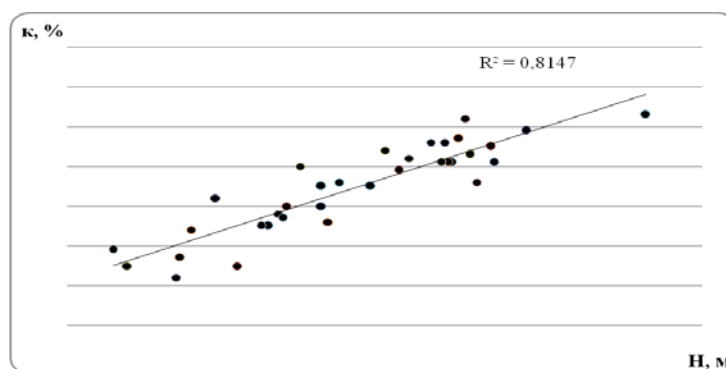


Рис. 1. Зависимость коэффициента подземного питания рек от средней высоты водосбора для рек северо-восточного склона Малого Кавказа и Карабаха.

В трех районах зависимость коэффициента подземного питания рек от средней высоты водосбора не выражена. В этих районах флуктуации значений коэффициента подземного питания рек могут быть объяснены случайными факторами, и для них принято среднее расчетное значение коэффициента, отклонения от которого находятся в пределах 20%.

Для определения подземного стока в реки и прогноза стока маловодных периодов горных рек широко используются кривые истощения. При этом считается, что подземное питание горной реки находится в тесной связи с запасами подземных вод, накопленными в бассейне, и с интенсивностью их сработки. Кривые истощения характеризуют интенсивность уменьшения запасов подземных вод в бездождные периоды (рис.2).

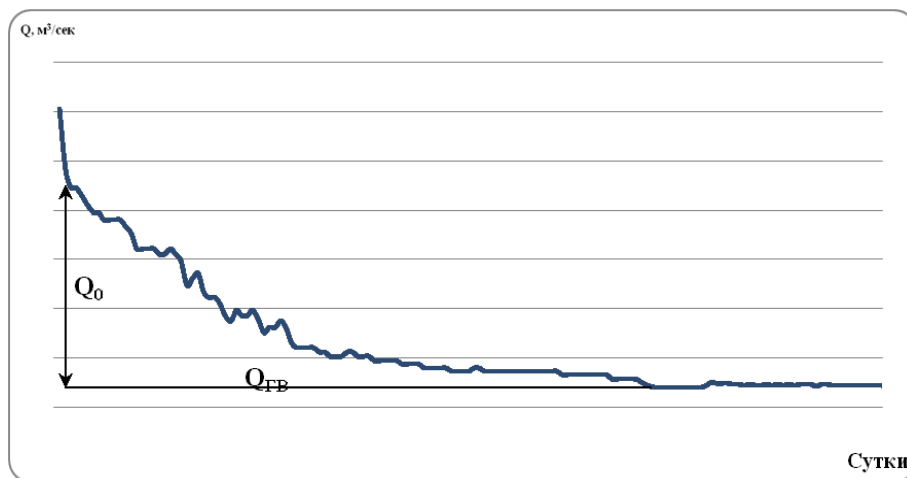


Рис.2. Кривая истощения р.Кусарчай у Кузун.

Спад расходов воды во времени в меженный период, обусловленный истощением запасов грунтовых вод можно описывать двухпараметрическим экспоненциальным уравнением (WardandRobinson, 2000):

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t} + Q_{rb}, \quad (1)$$

где, Q_0 и $Q_{гв}$ – соответственно, начальный расход в реке и минимальный расход, обусловленный глубоководным питанием (базисный сток), $м^3/с$; t – время в сутках, отсчитываемое от того момента времени t_0 , на который берется начальный расход воды; α -константа, характеризующая интенсивность истощения сезонного запаса подземных вод; e – основание натуральных логарифмов.

В работе (Виссмен и др., 1979) отмечается, что для большинства речных бассейнов характеристики истощения грунтовых вод достаточно устойчивы, так как они обусловлены с неизменным геологическим строением этих бассейнов. Тем не менее из-за влияния испарения, замерзания

и др. факторов, значения коэффициента истощения может изменяться в течении маловодного сезона.

Значения параметра α существенно меняются не только в течении периода истощения, но и от года к году: амплитуда их изменений для 10 рек в бассейнах Зеи и Буреи за 10-летний период составляет 105% от их среднего значения, достигая для некоторых рек 200–240% (Соколов, Саркисян, 1981).

Для 19 рек, бассейны которых расположены в различных физико-географических районах Азербайджана по 5-летним данным (1962-1966 гг.) были построены кривые истощения зимнего меженного стока и определены коэффициенты истощения этих кривых (табл.2).

Таблица 2

Значения коэффициента истощения, α

№	Река-пункт	α	F, км ²	H, м
1	Тангеруд-Ваго	-0,0206	153	770
2	Вешаруд-Хомошом	-0,0388	37,9	1520
3	Ленкоранчай-Сифидор	-0,0407	893	1290
4	Лякарчай-Бюрсюлум	-0,0119	153	1420
5	Алинджачай-Арафса	-0,0048	133	2230
6	Гиланчай-Билав	-0,0031	299	2360
7	Гянджачай-Зурнабад	-0,0125	314	2090
8	Геранчай-Юхары Агджакенд	-0,0055	144	2210
9	Кюрракчай-Чайкенд	-0,0109	166	2270
10	Гаргарчай-Мост Ага-Керпи	-0,0076	198	2070
11	Тертер-Мадагиз	-0,0085	2460	2030
12	Забух- Забух	-0,0118	496	1970
13	Айричай-Исмаилли	-0,02	88,2	940
14	Геокчай-Буйнуз	-0,012	308	1940
15	Гирдиманчай-Гаранохур	-0,012	326	1870
16	Курмухчай-Илису	-0,017	62	2380
17	Велвелечай-Тенгя-Алты	-0,008	454	1870
18	Кусарчай-Кузун	-0,018	250	2940
19	Гудялчай-Кюпчал	-0,024	426	2590

Следует отметить, что для рек Ленкоранской природной области коэффициенты истощения были рассчитаны по данным о летней межени (июнь-август), так как на этих реках минимальные расходы воды наблюдаются в этот маловодный период.

Наибольшие значения коэффициента α получены именно для рек этой природной области, где некоторые реки в летний период даже пересыхают.

Для рек Малого Кавказа значения α относительно небольшие. Это связано с тем, что здесь в зимний сезон реки получают устойчивое подземное питание из постоянных водоносных горизонтов. К тому же, зимнему меженному периоду обычно предшествует продолжительная

летне-осенняя межень, во время которой в реки разгружаются наиболее динамичные составляющие подземного стока.

Наименьшие скорости истощения подземного стока характерны для рек Большого Кавказа, где зимний меженный период более продолжителен.

Таким образом, оба гидрогеологические показатели: коэффициент подземного питания рек и коэффициент истощения подземных вод поддаются территориальному обобщению. Поэтому, при гидрологическом районировании территории Азербайджана гидрогеологические условия речных бассейнов могут быть учтены косвенно, путем использования этих коэффициентов.

Окончательные границы районов, пригодных для практического использования уточнялись по зависимостям минимального стока от различных показателей природных факторов, в частности, от средней высоты водосбора и его площади.

Всего на территории Азербайджана было выделено 15 однородных гидрологических районов.

Выводы

1. Районирование территории Азербайджана по условиям формирования минимального стока рек необходимо для пространственного обобщения характеристик минимального стока и при этом следует учитывать гидрогеологические факторы. Однако, горные речные бассейны в гидрогеологическом отношении изучены очень слабо. Имеющиеся данные по гидродинамическим показателям являются эпизодическими и использование их при гидрологическом районировании представляется невозможным.

2. При разработке новой схемы районирования использованы два гидрогеологических показателя:

- Коэффициент подземного питания рек;
- Коэффициент истощения подземных вод, разгружающихся в реки в зимний сезон.

Оба эти показатели поддаются территориальному обобщению. Поэтому, при гидрологическом районировании территории Азербайджана гидрогеологические условия речных бассейнов могут быть учтены косвенно, путем одновременного использования этих коэффициентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богачинов Т.М., Чодураев Т.М. Некоторые вопросы расчёты минимального стока на горных реках//Закономерности формирования и режима гидрометеорологических процессов в горных районах Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1984, с. 41-47.
2. Быков В.Д., Скорняков В.А., Федорова И.С. Анализ региональных зависимостей минимального стока горных рек от физико-географических факторов (на примере Кавказа) //Расчеты речного стока. М.: МГУ, 1984, с.149-159.

3. Важнов А.Н. Средний многолетний сток рек Армянской ССР и его внутригодовое распределение. Ереван: АН Арм. ССР, 1956, с 155.
4. Виссмен У., Харбаф Т.И., Кнэпп Д.У. Введение в гидрологию. Л.: Гидрометеиздат, 1979, 470 с.
5. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеиздат, 1970, 214 с.
6. Геология Азербайджана. Том VIII. Гидрогеология и инженерная геология. Баку: Nafta-Press, 2008, 308 с.
7. Иманов Ф.А., Алекперов А.Б. Взаимодействие поверхностных и подземных вод на территории Азербайджана в контексте подземного составляющего поверхностного стока. // 2-nd Caspian International Aqua Technologies Conference Materials. Baku, 2014. pp.69-74.
8. Килкус К.И. Влияние озерности на речной сток в условиях Литвы // Труды АН Литовской ССР, сер. Б, 1978, т.3 (106), с. 139-149.
9. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979, 200 с.
10. Мамедов М.А. Гидрологическое районирование Закавказья и Дагестана // Вопросы гидрометеорологии Урала. Пермь, 1984, с. 58-65.
11. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география и вопросы практики. М.: Мысль, 1966, 187с.
12. Михайлов В.М. Роль глубины вреза русла в формировании меженного стока горных рек. // Вестник МГУ, серия геогр. 1973, №3, с. 98-101.
13. Мусеилов М.А., Будагов Б.А. О новом физико-географическом районировании Азербайджанской ССР // Докл. АН Азерб. ССР, 1975, XXXI, №2, с. 71-76.
14. Новосад Я.А. Районирование территории западной части Украинского Полесья по условиям формирования минимального стока малых рек // Метеорология, климатология и гидрология. Киев-Одесса. 1981, №17, с.31-35.
15. Рустамов С.Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности (на азерб. языке). Баку: АН Азерб. ССР, 1960, 196 с.
16. Рустамов С.Г., Кашкай Р.М. Водный баланс Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1978, 110 с.
17. Bingham R.H. Low water characteristics of Alabama streams. W. 1982, 28 p. (Geol. Survey Pap., №2083).
18. Ward R.C., Robinson M. Principles of hydrology. London: McGraw-Hill, 2000, 450 pp.

AZƏRBAYCAN ƏRAZİSİNİN ÇAYLARIN MİNİMAL AXIMININ ƏMƏLƏGƏLMƏ ŞƏRAİTİNƏ GÖRƏ RAYONLAŞDIRILMASINDA HİDROGEOLOJİ GÖSTƏRİCİLƏRİN NƏZƏRƏ ALINMASI

F.Ə.İMANOV

XÜLASƏ

Məqalə çayların minimal qış axımının əmələgəlmə şəraitinə görə Azərbaycan ərazisinin hidroloji rayonlaşdırılmasına həsr olunub. Hidroloji rayonların sərhədlərini daha dəqiq təyin etmək üçün, çay hövzələrinin hidrogeoloji şəraitinin kəmiyyət göstəricilərindən-çayların yeraltı sularla qidalanma əmsalı və yeraltı suların azsulu dövrlərdə tükənmə əmsalından istifadə edilməsi təklif olunur.

Açar sözlər: rayonlaşdırma, minimal axım, hidrogeoloji amillər, tükənmə əmsalı, çayların yeraltı sularla qidalanma əmsalı

**CONSIDERATION OF THE HYDROGEOLOGICAL INDICATORS IN THE
DEMARCATON OF THE AZERBAIJANI TERRITORIES ACCORDING TO THE
FORMATION CONDITIONS OF THE MINIMUM RIVER FLOW**

F.A.İMANOV

SUMMARY

The article considers hidrological demarcation of the territories of Azerbaijan according to the formation conditions of winter river flow. For the demarcation of the hydrological regions accurately, it is suggested to use quantity indicators of hydrogeological conditions of river basins – feeding coefficient of rivers with underground waters and recession of underground waters in the low flow period .

Key words: regionalizing, minimal flow, hydrogeological factors, recession coefficient, feeding coefficients of rivers with ground water

Поступило в редакцию: 12.03.2014 г.

Подписано к печати: 12.05.2014 г.