

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК АЛТАЙСКОГО КРАЯ  
В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

**INVESTIGATION OF THE HYDROLOGICAL REGIME  
OF THE ALTAI REGION'S RIVERS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS**

**Ключевые слова:** водные ресурсы, гидрологический режим, годовой сток рек.

**Keywords:** water resources, hydrological regime, river annual runoff.

Представлен анализ режима увлажнения территории Алтайского края за 50-летний период. Изучена динамика объемов стока рек, основных притоков реки Обь, протекающих по территории края (реки Алей, Чарыш, Чумыш) за 1980-2015 гг. На территории Алтайского края за период 1980-2015 гг. отмечена тенденция роста количества атмосферных осадков. Показано, что для рек Алей, Чарыш и Чумыш характерен рост объемов стока в многолетней динамике, в пределах 4-8% за 10 лет. Коэффициенты линейного тренда за 1980-2015 гг. положительны для всех гидрологических постов. За исследуемый период отмечена статистически значимая связь между годовым объемом стока и годовым количеством осадков на всех исследуемых реках. На всех гидрологических постах наблюдаются положительные коэффициенты линейного тренда аномалий объемов стока рек, однако в изменениях объемов стока и количества осадков представлена определенная асинхронность. Наибольшая зависимость годового объема стока от количества осадков за год характерна для р. Чарыш, степень взаимосвязи объемов стока с количеством осадков усиливается при движении от истока реки к ее устью.

The paper presents the analysis of the Altai Region's territory moistening over a 50-year period. The runoff dynamics of the rivers – the main tributaries of the Ob River, flowing in the territory of the Region (the Rivers Aley, Charysh, and Chumysh) from 1980 to 2015 has been studied. The trend of precipitation amount growth is observed in the Altai Region for the period from 1980 to 2015. It is shown, that for the Rivers Aley, Charysh and Chumysh are characterized by runoff growth within 4-8% for 10 years. The linear trend coefficients for 1980-2015 are positive for all water level gauges. Over a period of study, a statistically significant relationship between annual runoff and annual precipitation amount was found in all the rivers studied. Positive linear trend coefficients were found at all water level gauges. The greatest dependence of the annual runoff volume on annual precipitation amount has been revealed for the Charysh River; the degree of interrelation of the runoff with precipitation amount increases when moving from the source of the river to its mouth.

**Максимова Нина Борисовна**, к.с.-х.н., доцент, каф. природопользования и геоэкологии, Алтайский государственный университет. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

**Гончаров Семен Петрович**, магистрант, Алтайский государственный университет. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

**Морковкин Геннадий Геннадьевич**, д.с.-х.н., проф., зав. каф. почвоведения и агрохимии, проректор по научной работе, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ggmork@mail.ru.

**Семикина Светлана Сергеевна**, к.г.н., доцент, каф. природопользования и геоэкологии, Алтайский государственный университет. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

**Maksimova Nina Borisovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

**Goncharov Semen Petrovich**, master's degree student, Altai State University. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

**Morkovkin Gennadiy Gennadyevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector for Research, Head, Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: ggmork@mail.ru.

**Semikina Svetlana Sergeyevna**, Cand. Geo. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

Изменение гидрологического режима водных объектов может сказываться на хозяйственной деятельности населения, а также влиять на его безопасность и условия жизни. В связи с этим необходима разносторонняя оценка состояния водных ресур-

сов. Особенно актуальным данное направление становится в настоящее время в условиях меняющегося климата.

В Западной Сибири за период с 1976 по 2006 гг. средняя скорость потепления составила 0,32°C за 10 лет, тогда как по Рос-

сии – 0,43°C за 10 лет [1]. По данным некоторых авторов [2-4], потепление в Сибири за последний климатический (30-летний) период характеризуется неоднородной субрегиональной структурой с очагами ускоренных темпов потепления до 0,5°C/10 лет. Климатические изменения также были отмечены ростом количества атмосферных осадков (тренд годовых сумм осадков за 1976-2006 гг. составил 1,16 мм/мес. за 10 лет) [4, 5], увеличением толщины снежного покрова [6], ростом температуры почвогрунтов [7] и изменением гидрологического режима рек [8, 9].

Влияние климатических изменений на сток рек, его объемы, многолетнее и внутригодовое распределение имеет важное практическое значение, поэтому различными авторами уделяется столь значительное внимание изучению и оценке данных изменений [10-12].

Годовой сток рек Алтайского края подвержен довольно сильной многолетней изменчивости. Наблюдающиеся для обширных территорий края изменения годового стока являются неординарными, так как изменения гидрологического режима рек происходят под влиянием комплекса факторов естественного и антропогенного происхождения [13]. Среди факторов естественного происхождения особо важную роль играют климатические факторы, выражающиеся в сезонных, межгодовых и многолетних колебаниях, в соответствии с законом географической зональности [14]. Анализ современного состояния гидрологических ресурсов в связи с происходящими климатическими изменениями является важнейшей задачей в сфере гидрологии на региональном уровне.

В связи с этим целью исследования является анализ режима увлажнения и изменений объемов стока рек территории Алтайского края, а также выявление степени взаимосвязи гидрологического режима рек Алтайского края с количеством атмосферных осадков в многолетнем аспекте в условиях меняющегося климата.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследования динамики количества атмосферных осадков на территории Алтайского края проводились на основе данных с 31 метеорологической станции, расположенных в пределах Алтайского края.

Исследования по изучению степени изменений объемов стока, за период 1980-2015 гг., осуществлялись для трех рек Алтайского края: Алей, Чарыш и Чумыш. Были использованы данные ежегодников о

режиме и ресурсах поверхностных вод суши, предоставленные Алтайским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

В работе применялись методы статистики, анализа, картографический метод и метод интерполяции.

#### **Результаты и их обсуждение**

Для оценки режима увлажнения на территории Алтайского края за 50-летний период произведены расчеты среднемноголетних норм годовых осадков по всем метеостанциям, климатологические нормы ориентированы на среднее значение климатического элемента за определенный период времени.

Пространственное распределение норм годовых осадков является достаточно неоднородным, с наибольшими осадками в юго-восточной, восточной и северо-восточной частях, и с наименьшими – на юго-западе, западе и северо-западе (рис. 1).

Среднее многолетнее количество годовых атмосферных осадков на территории края составляет  $420 \pm 10$  мм. Нормы годовых осадков изменяются по территории почти в 2,5 раза: от 274 мм на западе края до 686 мм на юго-востоке. Такой перепад связан со значительной неоднородностью подстилающей поверхности (рельефа), а также особенностями атмосферной циркуляции на территории края. Увеличение атмосферных осадков характерно для наветренного склона Бийско-Чумышской возвышенности, с последующим уменьшением на подветренном склоне в долине р. Чумыш. Предгорья Салаира и Алтая характеризуются значительным числом дней с осадками, соответственно, и годовое количество осадков здесь возрастает с запада на восток.

В таблице 1 представлены статистические характеристики временных рядов среднего количества осадков и трендов аномалий количества осадков, в климатологии тренд является содержательной характеристикой, потому что он обобщает ретроспективную динамику данных наблюдений за элементом. Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что тренд годовых сумм осадков за период 1965-2015 гг. на большей части территории Алтайского края положителен. Но существуют метеостанции, на которых наблюдаются отрицательные коэффициенты тренда. Также имеются тренды, статистическая значимость которых достаточно мала. Анализ данных позволяет сделать вывод, что вклад трендов в дисперсию незначителен.

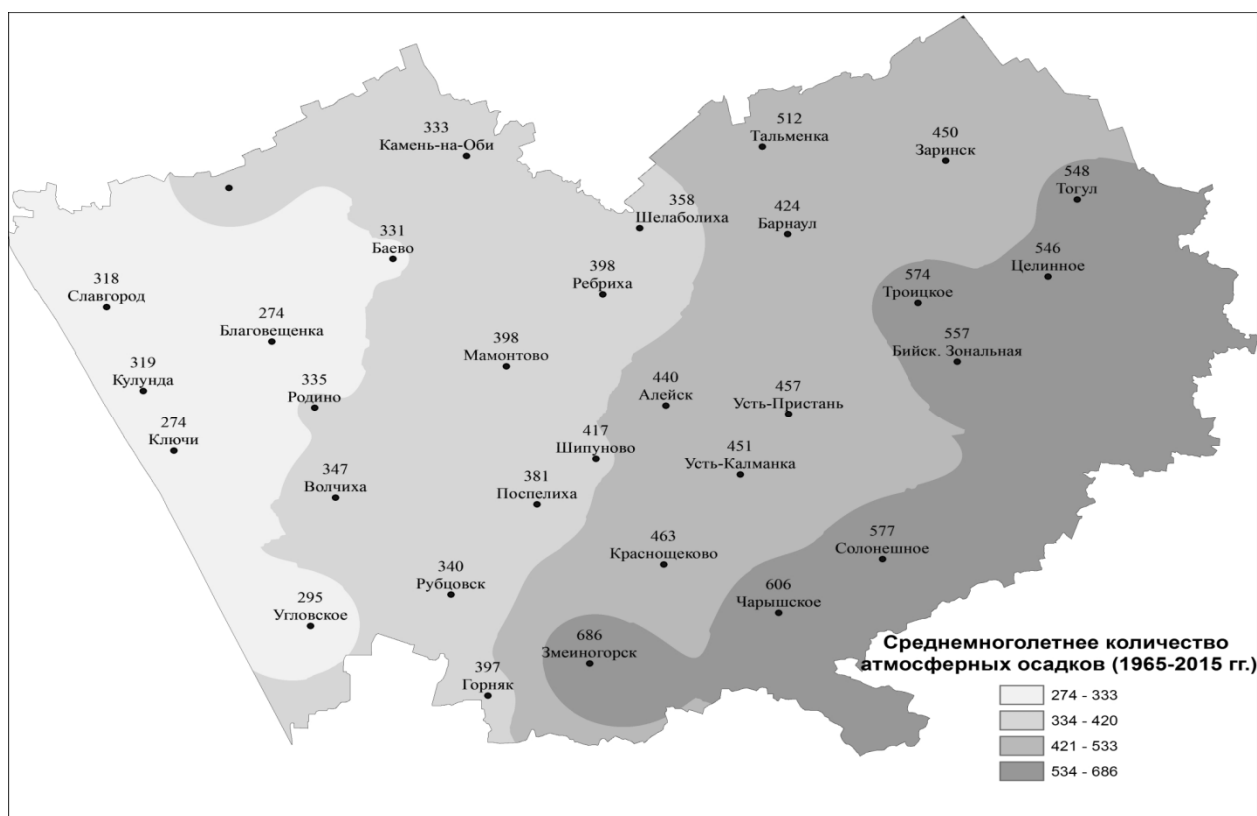


Рис. 1. Пространственное распределение норм годовых осадков, мм

Таблица 1

Статистические характеристики временных рядов среднего количества осадков и трендов аномалий количества осадков

Метеостанции	Среднее значение, мм	Коэффициент тренда, мм/10 лет	Вклад тренда в дисперсию, %
Алейск	440	0,45	0,76
Баево	331	0,40	0,86
Барнаул	424	0,34	0,71
Б. Зональная	557	0,42	0,72
Благовещенка	274	-0,26	0,58
Волчиха	347	0,09	0,12
Горняк	397	0,32	0,63
Заринск	456	1,77	14,49
Змеиногорск	686	-0,11	0,14
Камень-на-Оби	333	0,58	2,47
Ключи	274	1,02	12,53
Краснощеково	463	1,11	5,0
Кулунда	319	1,26	13,04
Мамонтово	398	1,44	11,30
Поспелиха	381	1,20	8,65
Ребриха	398	-0,20	0,19
Родио	335	0,20	0,32
Рубцовск	340	-0,27	0,52
Славгород	318	0,22	0,16
Солонешное	577	0,55	0,83
Тальменка	512	0,73	1,70
Тогул	548	1,70	14,38
Троицкое	574	0,97	5,02
Угловское	295	0,34	0,86
Усть-Калманка	441	0,14	0,41
Усть-Пристань	457	-0,39	2,66
Хабары	340	0,21	0,24
Целинное	442	0,81	2,98
Чарышское	606	0,37	0,45
Шелаболиха	358	0,39	0,95
Шипуново	417	1,02	2,27

При анализе карты распределения коэффициентов линейного тренда (рис. 2) видно, что пространственное распределение коэффициентов тренда по территории края еще более неравномерное, чем распределение норм годовых осадков. Устойчивый и достоверный рост годового количества атмосферных осадков наблюдается на северо-востоке (метеостанции Заринск, Тогул), а также в центральной части края (метеостанции Мамонтово, Шипуново, Поспелиха, Краснощеково). На западе располагается еще одна область, где наблюдается достаточно высокий рост коэффициента тренда, более 1 мм/мес. за 10 лет (Кулунда и Ключи).

В среднем по краю коэффициент линейного тренда составляет 0,56 мм/мес. за 10 лет (рис. 3), а вклад тренда в суммарную дисперсию – 3,1%. Это также подтверждает то, что в среднем по краю наблюдается рост количества атмосферных осадков в многолетней динамике. Необходимо отметить, что данный рост достаточно неоднороден, существуют пики роста и уменьшения количества осадков. Только при построении сглаживающей кривой можно увидеть, что с конца 1980-х годов действительно начинается прирост годовых сумм осадков.

Исследования по изучению степени изменений объемов стока, за период 1980-2015 гг., проводились для трех рек Алтайского края: Алей, Чарыш и Чумыш. Нами были систематизированы и перенесены в электронный вид данные об объемах стока с 12 гидрологических постов, за период 1980-2015 гг., рассчитаны среднемноголетние значения объемов стока за 1980-2015 гг. для каждого гидрологического поста и для осредненных данных по рекам. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Из анализа данных о среднемноголетних значениях объема стока видно, что наибольшие объемы стока характерны для р. Чарыш (5,21 км<sup>3</sup>), а наименьшие – для р. Алей (0,73 км<sup>3</sup>).

Результаты расчетов стандартного отклонения, которое показывает насколько в среднем отклоняются ежегодные данные от средней арифметической совокупности, свидетельствуют, что наименьшее стандартное отклонение, выраженное в процентах к среднемноголетней норме, характерно для р. Чарыш и составляет 19%. Это указывает на то, что разброс годовых данных по объемам стока, относительно среднемноголетнего значения, является сравнительно небольшим. Наибольшее стандартное отклонение данных по объемам стока отмечается для р. Алей (34%).

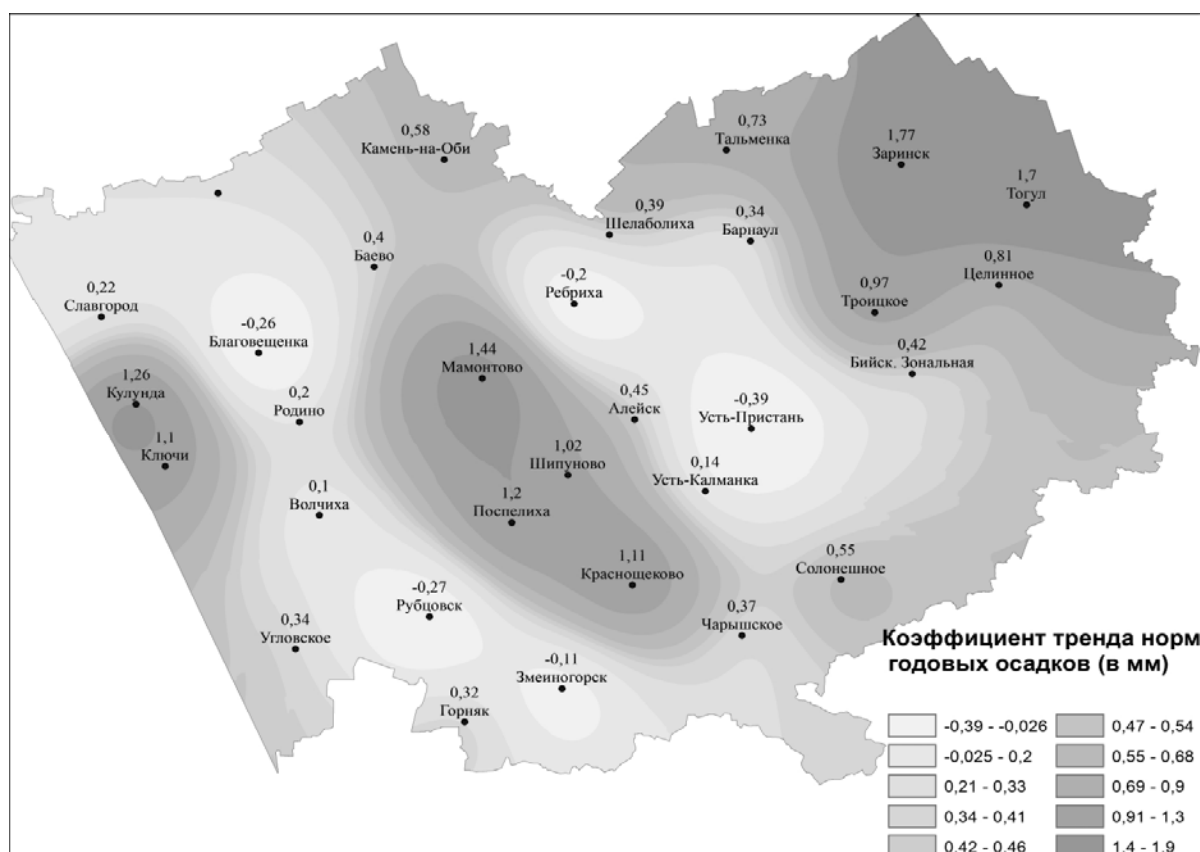


Рис. 2. Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда



**Рис. 3. Аномалии годового количества осадков (мм/мес.), осредненных по территории Алтайского края, относительно среднего за 1965-2015 гг. Кривая соответствует 11-летнему сглаживанию;  $b$  – коэффициент тренда (мм/мес./10 лет);  $D$  – вклад тренда в суммарную дисперсию (%)**

**Таблица 2**  
**Статистические характеристики временных рядов и трендов аномалий объемов стока по гидрологическим постам**

Гидрологический пост	Среднее значение, км <sup>3</sup>	Стандартное отклонение, км <sup>3</sup>	Коэффициент тренда, км <sup>3</sup> /10 лет)	Вклад тренда в дисперсию, %
р. Чарыш				
с. Чарышское	3,34	0,70	0,11	2,45
с. Белоглазово	5,72	1,06	0,24	5,36
с. Усть-Камышенка	5,61	1,14	0,18	2,52
свх. Чарышский	6,17	1,24	0,38	9,82
Среднее	5,21	1,00	0,23	5,38
р. Чумыш				
с. Ельцовка	1,24	0,33	0,06	2,88
с. Кытманово	2,28	0,62	0,13	4,22
г. Заринск	3,15	0,75	0,05	0,31
пгт. Тальменка	3,68	0,81	0,20	6,12
Среднее	2,58	0,61	0,11	3,09
р. Алей				
с. Староалейское	0,59	0,23	0,03	1,41
с. Локоть	0,80	0,25	0,06	5,14
г. Рубцовск	0,64	0,22	0,06	8,58
г. Алейск	0,90	0,33	0,10	9,73
Среднее	0,73	0,25	0,06	6,48

Рассчитаны коэффициенты линейных трендов аномалий объемов стока, которые позволяют охарактеризовать изменение объемов стока в многолетней динамике. Анализ данных таблицы 2 дает возможность сделать вывод о том, что коэффициенты линейного тренда за исследуемый период положительны для всех гидрологических постов. Устойчивый и достоверный рост объемов стока наблюдается на всех реках. Однако наибольший рост объемов стока характерен для р. Чарыш – 0,23 км<sup>3</sup>/10 лет.

Вместе с тем при оценке процентного отношения коэффициентов линейного тренда к среднемноголетним значениям, можно сделать заключение о том, что наибольшим ростом объемов стока характеризуется река Алей – 8,2% за 10 лет (0,06 км<sup>3</sup>/10 лет), тогда как для р. Чарыш этот показатель составляет 4,4%. Анализ данных также позволяет сделать вывод, что вклад трендов в дисперсию незначителен.

Приведенные данные и результаты исследований свидетельствуют о том, что для рек Алей, Чарыш и Чумыш свойственен

рост объемов стока в многолетней динамике, в пределах 4-8% за 10 лет. Но данный рост для каждой реки специфичен, так как реки расположены в разных частях края, протекают в различных физико-географических провинциях и имеют различный режим увлажнения.

На основе современной гидрометеорологической информации также была выполнена оценка взаимосвязи между годовыми объемами стока и количеством осадков за год, за период с 1980-2015 гг.

Исследование взаимосвязи между объемами стока и количеством осадков за год производилось двумя методами статистического анализа: методом вычисления коэффициента корреляции Пирсона и непараметрическим методом ранговой корреляции Спирмена. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Полученные результаты расчётов указывают на статистически значимую взаимосвязь между годовым объемом стока и годовым количеством осадков на всех исследуемых реках.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что за период 1980-2015 гг. наибольшая взаимосвязь между годовым объемом стока и количеством осадков за год была характерна для р. Чарыш (табл. 3). Коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент Спирмена колеблются по территории бассейна реки в пределах 0,56-0,70. Данные результаты указывают на среднюю степень взаимосвязи между годовым объемом стока и годовым коли-

чеством осадков. Анализируя распределение коэффициента корреляции Спирмена, можно сказать, что степень взаимосвязи объемов стока с количеством осадков усиливается при движении от истока реки к ее устью. Необходимо отметить еще и тот факт, что на р. Чарыш не имеется гидро-технических сооружений, которые бы влияли на естественный сток реки.

В результате анализа данных таблицы 3 можно сделать вывод, что для реки Алей также характерна существенная взаимосвязь между объемами стока и количеством осадков. Полученные результаты исследования указывают на неравномерный характер коэффициентов корреляции при движении от истока к устью реки. Устойчивая зависимость была получена для первого и третьего гидрологических постов. Наименьшие коэффициенты были характерны для второго гидрологического поста, непосредственно расположенного после Гилёвского водохранилища, и четвертого, находящегося в нижнем течении реки. Но, несмотря на эти колебания, на всем протяжении реки наблюдается статистически значимая взаимосвязь между объемом стока и количеством атмосферных осадков.

Коэффициенты корреляции изменяются по территории бассейна в пределах от 0,43-0,58. Наибольший коэффициент корреляции Пирсона соответствует Рубцовскому гидрологическому посту, а максимальный коэффициент корреляции Спирмена характерен для гидрологического поста в с. Староалейское.

Таблица 3

*Коэффициенты корреляции, рассчитанные на основе значений годового стока воды и суммы осадков за год, за период с 1980 по 2009 гг.*

Год	Река	Гидрологический пост	Метеостанция	Коэффициент корреляции Пирсона	Коэффициент корреляции Спирмена
1980-2015	Алей	с. Староалейское	г. Змеиногорск	0,55	0,58
		с. Локоть	г. Горняк	0,46	0,43
		г. Рубцовск	г. Рубцовск	0,58	0,54
		г. Алейск	г. Алейск	0,48	0,48
1980-2015	Чарыш	с. Чарышское	с. Чарышское	0,59	0,56
		с. Белоглазово	с. Шипуново	0,60	0,63
		с. Усть-Камышенка	с. Усть-Калманка	0,58	0,66
		свх. Чарышский	с. Усть-Калманка	0,60	0,70
1980-2015	Чумыш	с. Ельцовка	с. Тогул	0,57	0,47
		с. Кытманово	с. Тогул	0,52	0,44
		г. Заринск	г. Заринск	0,48	0,42
		пгт. Тальменка	пгт. Тальменка	0,51	0,48

Река Чумыш также характеризуется неоднородной степенью изменения зависимости между объемами стока и количествами осадков при движении от истока реки к ее устью. Наибольшее значение коэффициента корреляции Пирсона было отмечено на первом гидрологическом посту, расположенном в верховьях реки. Коэффициенты корреляции других гидрологических постов имеют практически идентичные величины. Однозначно можно отметить, что наиболее значимая взаимосвязь между объемом стока и количеством осадков характерна для верхнего течения р. Чумыш. Оба коэффициента корреляции колеблются в пределах 0,42-0,57.

Структура многолетних изменений объемов стока рек имеет много общего с колебаниями атмосферных осадков, но их полного совпадения не наблюдается. В изменениях объемов стока и количества осадков наблюдается определенная асинхронность, максимальные и минимальные пики количества осадков иногда не совпадают с максимальными и минимальными значениями объемов стока. Устойчивая связь между выпадением осадков и стоком рек усложняется рядом факторов: неравномерностью выпадения осадков и их трансформацией при прохождении через систему водосбора, накоплением и последующим таянием твердых осадков, испарением и др.

#### Выводы

1. На территории Алтайского края за период 1980-2015 гг. отмечена тенденция роста количества атмосферных осадков в многолетней динамике. В среднем по краю коэффициент линейного тренда составляет 0,56 мм/мес. за 10 лет, вклад тренда в суммарную дисперсию – 3,1%, однако данный рост в пространственном распределении неоднороден.

2. Для рек Алей, Чарыш и Чумыш характерен рост объемов стока в многолетней динамике, в пределах 4-8% за 10 лет. Коэффициенты линейного тренда за 1980-2015 гг. положительны для всех гидрологических постов.

3. За период с 1980-2015 гг. отмечена статистически значимая связь между годовым объемом стока и годовым количеством осадков на всех исследуемых реках. На всех гидрологических постах были отмечены положительные коэффициенты линейного тренда аномалий объемов стока рек, однако в изменениях объемов стока и количества осадков наблюдается определенная асинхронность.

4. Наибольшая зависимость годового объема стока от количества осадков за год характерна для р. Чарыш, степень взаимосвязи объемов стока с количеством осадков усиливается при движении от истока реки к ее устью.

#### Библиографический список

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: Росгидромет, 2008. – Т. 1. – 228 с.

2. Кабанов М.В. Некоторые закономерности климатических и экосистемных изменений в Сибири // Биология: журнал Сибирского федерального университета. – 2008. – Т. 1. – № 4. – С. 312-322.

3. Максимова Н.Б. Почвенно-климатические ареалы продуктивности зерновых культур Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1995. – 19 с.

4. Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка изменения продолжительности вегетационного периода по агроклиматическим районам Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10. – С. 49-53.

5. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Последствия изменений климата. – М.: Росгидромет, 2008. – Т. 2. – 288 с.

6. Булыгина О.Н., Коршунова Н.Н., Разуваев В.Н. Изменения характеристик снежного покрова на территории России в последние десятилетия // Труды ГУ «ВНИИГМИ МЦД». – 2007. – Вып. 173. – С. 54-62.

7. Васильев А.А., Дроздов Д.С., Москаленко Н.Г. Динамика температуры многолетнемерзлых пород Западной Сибири в связи с изменениями климата // Криосфера Земли. – 2008. – Т. 12. – № 2. – С. 10-18.

8. Земцов В.А., Паромов В.В., Савичев О.Г. Изменения водного стока крупных рек юга Западной Сибири в XX столетии // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: матер. Междунар. науч. конф. – Томск, 2000. – С. 321-324.

9. Земцов В.А. О многолетней изменчивости речного стока в Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2003. – Вып. 4. – № 3. – С. 137-139.

10. Акименко Т.А., Евстегнеев В.М. Климатические изменения водности рек

центра Русской равнины в конце XX века // Современные глобальные изменения природной среды. – 2005. – Т. 1. – С. 382-389.

11. Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Изменение стока рек России при глобальном потеплении климата // Тез. докл. 6-го Всерос. гидрологического съезда (г. Санкт-Петербург, 28 сентября – 1 октября 2004 г.). – СПб., 2004. – С. 200-203.

12. Гончаров С.П., Максимова Н.Б., Семикина С.С. Сравнительный анализ гидрологических режимов рек Алтайского края в условиях колебания климата // География и природопользование Сибири: сб. ст. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – Вып. 20. – С. 38-42.

13. Аванисян Р.А. Пространственно-временные особенности формирования стока горных рек Алтая в условиях изменения природной среды: дис. ... канд. гео. наук: 25.00.36. – Барнаул, 2013. – 157 с.

14. Галахов В.П., Белова О.В. Формирование поверхностного стока в условиях изменяющегося климата (по исследованиям в бассейне Верхней Оби). – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2009. – 95 с.

#### References

1. Otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii. – М.: Rosgidromet, 2008. – Т. 1. – 228 с.

2. Kabanov M.V. Nekotorye zakonomernosti klimaticheskikh i ekosistemnykh izmeneniy v Sibiri // Zhurnal Sibirskogo federalnogo universiteta. Biologiya. – 2008. – Т. 1. – № 4. – С. 312-322.

3. Maksimova N.B. Pochvenno-klimaticheskie arealy produktivnosti zernovykh kultur Altayskogo kraya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 1995. – 19 s.

4. Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. Otsenka izmeneniya prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda po agroklimaticheskim rayonam Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10. – С. 49-53.

5. Otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii. Posledstviya izmeneniy klimata. – М.: Rosgidromet, 2008. – Т. 2. – 288 с

6. Bulygina O.N., Korshunova H.H., Razuvaev V.N. Izmeneniya kharakteristik snezhnogo pokrova na territorii Rossii v poslednie desyatiletiya // Trudy GU «VNIIGMI MTsD». – 2007. – Vyp. 173. – С. 54-62.

7. Vasilev A.A., Drozdov D.S., Moskalenko N.G. Dinamika temperatury mnogoletnemerzlykh porod Zapadnoy Sibiri v svyazi s izmeneniyami klimata // Kriosfera Zemli. – 2008. – Т. 12. – № 2. – С. 10-18.

8. Zemtsov V.A., Paromov V.V., Savichev O.G. Izmeneniya vodnogo stoka krupnykh rek yuga Zapadnoy Sibiri v KhKh stoletii // Fundamentalnye problemy vody i vodnykh resursov na rubezhe tretogo tysyacheletiya: materialy Mezhdunar. nauch. konf. – Tomsk, 2000. – С. 321-324.

9. Zemtsov V.A. O mnogoletney izmenchivosti rechnogo stoka v Zapadnoy Sibiri // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2003. – Vyp. 4. – № 3. – С. 137-139.

10. Akimenko T.A., Evstegneev V.M. Klimaticheskie izmeneniya vodnosti rek tsentra Russkoy ravniny v kontse XX veka // Sovremennye globalnye izmeneniya prirodnoy sredy. – 2005. – Т. 1. – С. 382-389.

11. Shiklomanov I.A., Georgievskiy V.Yu. Izmenenie stoka rek Rossii pri globalnom potepenii klimata // Tezisy dokladov «6 Vserossiyskogo gidrologicheskogo sezda, Sankt-Peterburg, 28 sentyabrya – 1 oktyabrya 2004 g.». – 2004 g. – С. 200-2003.

12. Goncharov S.P., Maksimova N.B., Semikina S.S. Sravnitelnyy analiz gidrologicheskikh rezhimov rek Altayskogo kraya v usloviyakh kolebaniya klimata // Geografiya i prirodopolzovanie Sibiri: sbornik statey. – Vyp. 20. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2015. – С. 38-42.

13. Avaniyan R.A. Prostranstvenno-vremennye osobennosti formirovaniya stoka gornykh rek Altaya v usloviyakh izmeneniya prirodnoy sredy: dis. ... kand. geo. nauk: 25.00.36. – Barnaul, 2013. – 157 с.

14. Galakhov V.P., Belova O.V. Formirovanie poverkhnostnogo stoka v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata (po issledovaniyam v basseyne Verkhney Obi). – Barnaul: Izd-vo AltGU, 2009. – 95 с.

