

УДК 556(282.247.34)+551.583+911.5

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ Р. САЛГИР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА⁴

*Позаченюк Е.А., Ергина Е.И., Олиферов А.Н., Михайлов В.А.,
Власова А.Н., Кудрянь Е.А., Пенно М.В., Калинин И.В.*

*Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Республика
Крым, Российская Федерация
E-mail: pozachenyuk@gmail.com*

Проанализированы факторы формирования количества и качества водных ресурсов рек бассейна Салгира, в том числе геолого-геоморфологические, климатические, гидрологические, средообразующие, антропогенные. Дана характеристика современных антропогенных ландшафтов и оценка степени преобразованности естественных ландшафтов бассейна. Выполнен географический прогноз проявления опасных, неблагоприятных и катастрофических метео- и гидрологических явлений в условиях интенсификации антропогенных воздействий.

Ключевые слова: водные ресурсы, река Салгир, ландшафт, степень антропогенной преобразованности ландшафта, климат.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение качества и количества водных ресурсов региона является важнейшей задачей современности. Анализ факторов формирования водных ресурсов и параметров изменения внешней среды – существенное условие стабилизации ситуации. Антропогенный пресс на окружающую среду в сочетании с естественными факторами изменения природных процессов формирует сложные условия, влияющие на количество и качество водных ресурсов. Анализ таких факторов, как геоморфологическое строение, климатические условия, речной сток, средообразующие геосистемы, антропогенное воздействие – основа для разработки географического прогноза и мероприятий по ландшафтной организации территории речного бассейна, обеспечивающих количество и качество водных ресурсов.

Река Салгир – самая крупная водная артерия Крымского полуострова. Научные исследования р. Салгир и ее бассейна были начаты в конце 19 в. Известный русский геолог Головкинский Н. А. [6] проводил гидрогеологические исследования источников Чатырдага, находящихся в верховьях рек системы Салгира. Исследование долины р. Салгир с точки зрения водоснабжения Симферополя в 1904 г. провел Педдакас И. М. [21]. В 1915 г. в Петербурге была издана работа Рухлова Н. В. «Обзор речных долин горной части Крыма» [24], где приводится подробное описание рек и их гидрологических характеристик. В 1920-х гг. выходят работы «Речной сток в верховьях Салгира до Симферополя» Кочерина Д. И. [10], в которой описывались результаты экспедиционных исследований рек Салгир и Биюк-Карасу, и «Воды Крыма» Аполлосова В. М. [2]. Позже изучение р. Салгир продолжалось в целях использования воды для нужд г. Симферополя [8]. Древние долины реки

⁴ Статья выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-45-01627)

Салгир исследовал Слудский А. Ф. [25].

Работой, систематизирующей информацию о бассейне Салгира в связи со строительством Симферопольского водохранилища и Салгирской оросительной системы, была публикация Миллера М. Е. «Бассейн реки Салгира и его хозяйственное использование», вышедшая в свет в 1961 г. [13]. В работе не только освещаются гидрологические характеристики рек системы Салгира, но и описываются геологические, климатические, почвенные особенности территории, ее хозяйственное использование, а также проводится разделение бассейна на «ландшафтные районы».

Описание долин Салгира и его притоков, процессов формирования водного баланса и стока приведено в работах «Реки и озера. Природа Крыма» Олиферова А. Н. и Гольдина Б. М. [18], «Воды Крыма» Шутова Ю. И. [29]. В начале 21 в. вышли работы «Реки и озера» Олиферова А. Н. и Тимченко З. В. [17], «Водные ресурсы и экологическое состояние малых рек Крыма» Тимченко З. В. [27]. Изучение естественных ландшафтов и природопользования бассейна р. Салгир, а также обоснование мероприятий, обеспечивающих количество и качество водных ресурсов бассейна проводилось Позаченюк Е.А., Соцковой Л.М., Власовой А.Н., сотрудниками государственного проектно-изыскательского института по мелиоративному и водохозяйственному строительству «КРЫМГИПРОВОДХОЗ» и др. [3, 12].

Тем не менее, многие вопросы, связанные с анализом факторов формирования водных ресурсов р. Салгир и ее притоков в условиях изменения этих факторов, являются неизученными.

Методы исследования. Анализ факторов формирования водных ресурсов бассейна реки Салгир стал возможен при использовании комплекса методов исследования, включая полевые рекогносцировочные и полустационарные, статистическую обработку данных, анализ картографических, литературных и фондовых материалов. Для изучения пространственных закономерностей геосистем в пределах бассейна использовались данные дистанционного зондирования Земли, в т.ч. космические снимки высокого и очень высокого разрешения (Landsat и др.), полученные из общедоступного архива в сети Интернет. Обработка и хранение пространственно распределенных данных, создание и визуализация картографических материалов различного содержания выполнялись с помощью специализированных программных комплексов ArcGIS 9.3. и ArcGIS 10.0.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Река Салгир вместе со своим притоком Биюк-Карасу представляет крупнейшую а Крыму водную систему, расположенную в пределах северного макросклона Крымских гор, Центрально-Крымской равнины, Присивашской низменности. Длина р. Салгир составляет 204 км (если считать истоком слияние Ангары и Кизил-Кобы), площадь водосбора – 3750 км². Истоки Салгира и основных его притоков расположены на северных склонах Главной гряды Крымских гор. В нижнем течении русло Салгира спрямлено и является главным коллектором (ГК-22); впадает река в залив Сиваш Азовского моря (рис. 1).

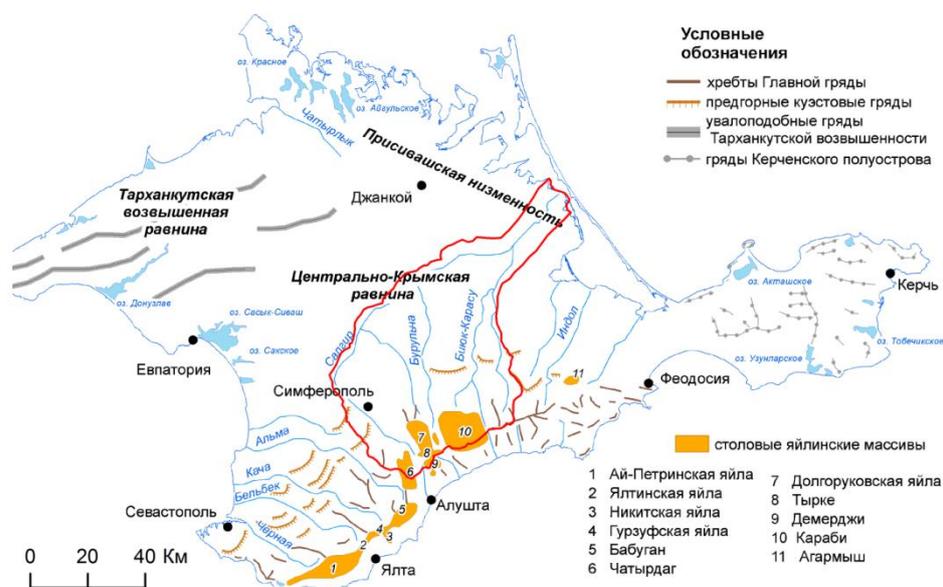


Рис. 1. Географическое положение бассейна р. Салгир и его притоков.

Геолого-геоморфологические факторы. Геолого-геоморфологические факторы играют важнейшую роль в формировании водных ресурсов, определяя пространственные закономерности атмосферного увлажнения, перераспределение поверхностного и формирование подземного стоков в пределах бассейна. Важнейшими характеристиками при этом являются морфометрические показатели рельефа (в первую очередь высота над уровнем моря) и геологическое строение территории.

Анализ цифровой модели рельефа SRTM с помощью программного комплекса ArcGIS 10.0 показал, что при средней высоте бассейна 257 м более 1/2 его площади (на севере и северо-востоке) имеют абсолютные высоты менее 200 м, а 3/4 – менее 350 м, и лишь 1/10 площади занимают наиболее увлажненные участки Главной гряды с высотами более 650 м (рис. 2). Такое распределение высот обуславливает значительную пространственную неравномерность атмосферного увлажнения. Помимо абсолютной высоты, важнейшей характеристикой, влияющей на формирование речного стока, является угол наклона поверхности: крутые склоны способствуют увеличению поверхностного стока и уменьшению инфильтрации, а пологие поверхности в большей мере переводят атмосферные осадки в подземный сток, благоприятствуют равномерному таянию снега и питанию напорных водоносных горизонтов. В пределах бассейна р. Салгир углы наклона поверхности в общем распределены в соответствии с гипсометрическими уровнями: более половины территории с амплитудами 0-200 м и 800-1500 м занимают поверхности с уклоном менее 5°, и только склоны гряд, на менее чем 1/3 площади бассейна, имеют уклон более 7°. Большое косвенное влияние на интенсивность поверхностного стока

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ р. САЛГИР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

и инфильтрацию оказывает экспозиция склонов. На большей части бассейна р. Салгир, в соответствии с общим уклоном, преобладают склоны северной и северо-западной экспозиции, а в горной части, кроме них, – и южной, юго-западной, юго-восточной.

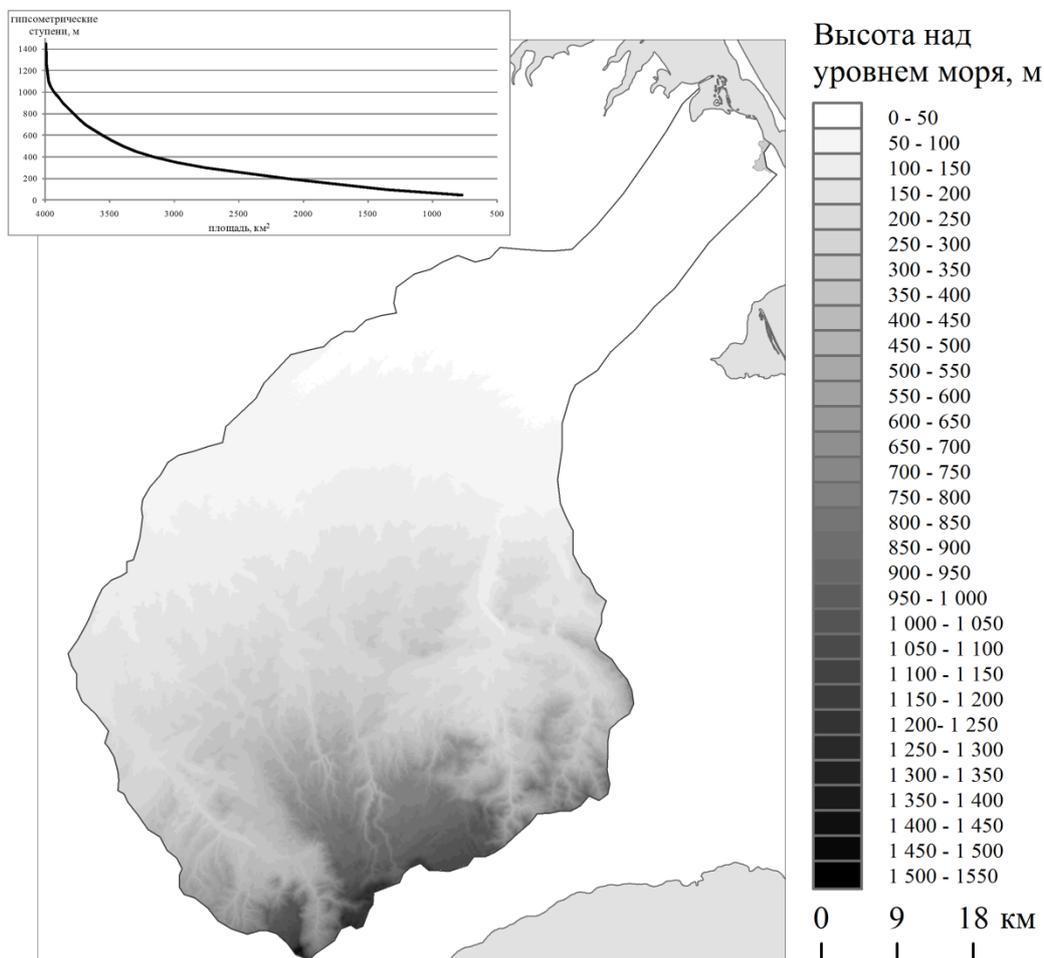


Рис. 2. Гипсометрические ступени и гипсометрическая кривая бассейна р. Салгир.

Роль геологического строения в формировании стока проявляется через характер подземного стока. При этом имеют значение чередование в геологическом разрезе водоупорных и водоносных пород, геологическая структура, трещиноватость пород и разломная тектоника.

В основании Горно-Крымского складчатого (складчато-надвигового) сооружения залегают водоупорные флишевые отложения таврической серии (T_3-J_1), выходящие на поверхность на склонах Чатырдага и Демерджи, а также вблизи южной окраины Симферополя [4]. В пределах яйлинских массивов породы

таврической серии перекрыты верхнеюрскими конгломератами (J_{3ox-km_1}) и мощной толщей известняков (J_{3t}). Значительная мощность, чистота и трещиноватость пород предопределили широкое развитие в пределах Главной гряды карстовых процессов и формирование карстовых водоносных систем, а общий наклон пород на север и большая дренированность северного макросклона обусловили большой объем выходящих здесь на поверхность карстовых вод (крупнейшие в Крыму источники Карасу-Баши, Аян).

В предгорной полосе распространена единая толща нижнемеловых-плиоценовых, преимущественно известняково-мергельных, отложений, слагающих куэстовые гряды и межгрядовые понижения. Выходящие здесь источники играют дополнительную роль в питании водотоков бассейна р. Салгир, но, с другой стороны, из-за моноклинального залегания пород в значительной мере атмосферные осадки и даже речной сток идут на питание водоносных горизонтов Белогорского и частично Альминского артезианских бассейнов [5].

В равнинной части Крымского полуострова, приуроченной к Скифской платформе, рыхлые четвертичные отложения в питании рек бассейна р. Салгир не играют практически никакой роли.

Поэтому качество и количество водных ресурсов бассейна р. Салгир с геолого-геоморфологической точки зрения обеспечиваются верховьем бассейна, и антропогенные нагрузки в этой части неминуемо приведут к снижению качества и количества водных ресурсов всего бассейна.

Климат и тенденции его изменения. Климат в пределах бассейна Салгира изменяется в зависимости от положения и позиционных отношений той или иной его части: в пределах яйл – влажный, умеренно прохладный с умеренно холодной зимой; в пределах низко- и среднегорий – влажный, умеренно тёплый с умеренно мягкой зимой; в предгорье – полусухой, тёплый с мягкой зимой; в пределах Центрально-Крымской равнины – засушливый, умеренно жаркий с умеренно мягкой зимой; в пределах Присивашской низменности – очень засушливый, умеренно жаркий с мягкой зимой.

Средняя температура января в равнинной части изменяется от $-0,1^{\circ}$ до $-2,9^{\circ}C$, июля – от $+22,1^{\circ}C$ до $+23,8^{\circ}C$; годовая сумма осадков составляет 308-403 мм. В предгорной части континентальность климата ослабевает, зима мягкая, средняя температура самого холодного месяца изменяется $-0,5^{\circ}$ (Симферополь) до $-2,0^{\circ}$; лето умеренно жаркое, средняя температура июля $+21,2^{\circ}$. В горных районах средняя температура января $-3,6^{\circ}C$ (Караби-яйла), июля – $16,7^{\circ}C$. Среднегодовое количество осадков – 600-800 мм. Здесь большое значение имеют мезоклиматы, существенно меняющие климатические характеристики отдельных территорий [1, 26].

Для определения трендов динамики условий тепло- и влагообеспеченности исследуемой территории рассмотрим данные о динамике среднегодовых температур воздуха на метеостанции Симферополь с 1887 по 2005 годы (рис. 3) [14]. С середины 50-х и до середины 60-х годов прошлого века в Крыму (особенно в предгорье и в степных районах) наблюдается незначительная тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха. Затем, в период с 1965 г. до середины 1980-х, следует более прохладный цикл. И с середины 1980-х

до настоящего времени наблюдается незначительное повышение температур [7].

Анализ тенденций изменения средних температур воздуха в январе и июле показывает, что увеличение среднегодовых значений происходит за счет зимних температур (рис. 3). Повышение среднемесячных температур в январе за исследуемый период в общем тренде достигло около $0,6^{\circ}\text{C}$ (рис. 4А). Среднеянварская температура за весь период измерений составила $-0,1^{\circ}\text{C}$, а за последние 30 лет – $+0,5^{\circ}\text{C}$, тогда как в июле за аналогичные периоды она осталась неизменной – $+22,0^{\circ}\text{C}$ (рис. 4Б). В последние годы наблюдается уменьшение амплитуд температур между минимальными и максимальными значениями температур января (за весь период наблюдений амплитуда в среднем составляет $7,7^{\circ}\text{C}$, а за последние 30 лет – $6,7^{\circ}\text{C}$) и июля ($13,2^{\circ}\text{C}$ и $12,0^{\circ}\text{C}$ соответственно).

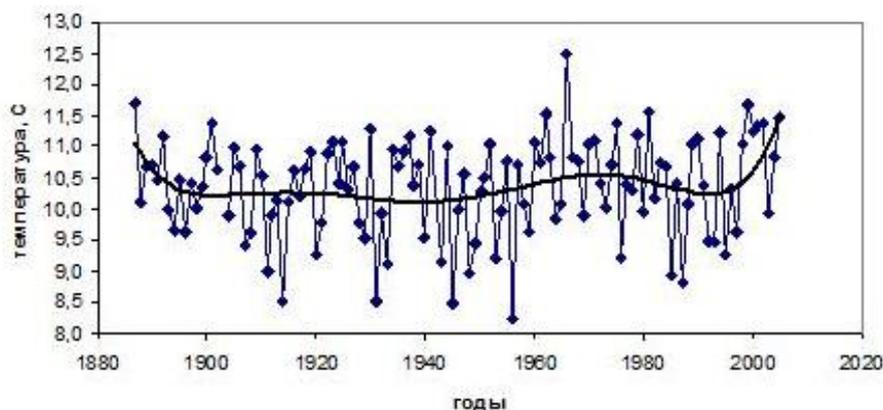
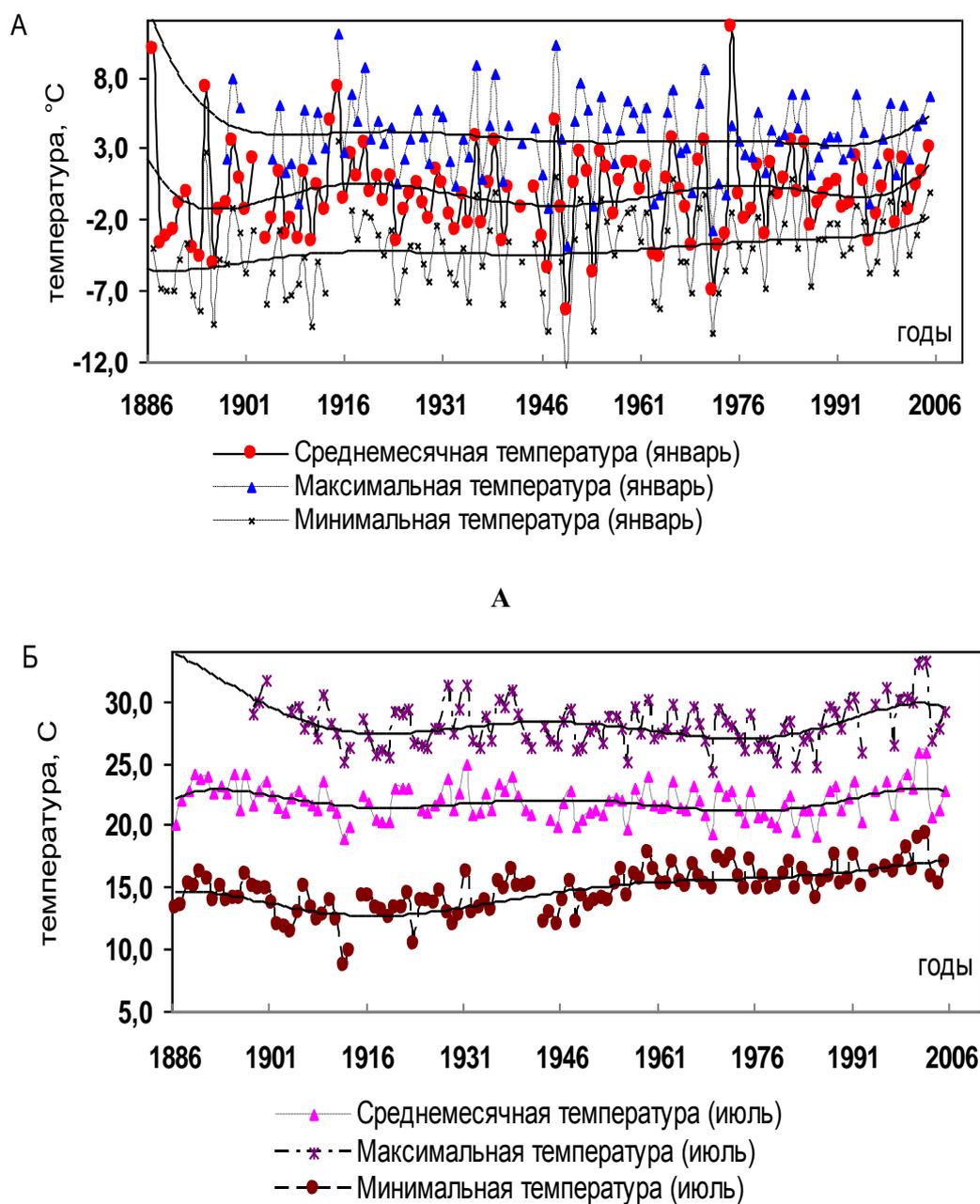


Рис. 3. Динамика среднегодовой температуры воздуха по метеостанции Симферополь.

В период наиболее интенсивного потепления климата в XX веке почти на всей территории юга России, начиная с 1975 года, наблюдается уменьшение амплитуды колебаний осадков из года в год. То есть, режим осадков стабилизировался и находился в пределах среднемноголетнего значения, и лишь в конце XX века наблюдались положительные тенденции в изменении сумм осадков [19]. Аналогичная картина наблюдается на территории предгорного Крыма. Так, использованные для примера данные метеостанции Симферополь (ряд наблюдений с 1955 г. составляет 54 года) показали, что степень варьирования среднегодовых сумм осадков значительна при диапазоне их значений от 352 до 831 мм (коэффициент вариации 22,7%). И тенденция к увеличению количества осадков сохраняется. Так среднемноголетние значения сумм количества осадков за период с 1975 г. по 2010 г. по сравнению с периодом 1961-1990 гг. выросли с 503 мм до 530 мм, а за период с 1986-2005 гг. количество осадков увеличилось на 11,5% и составило 561 мм. Необходимо отметить тот факт, что увеличение количества осадков произошло за теплый период (апрель-сентябрь). Незначительное повышение количества осадков наблюдается и на прибрежных метеостанциях [7].



Б

Рис. 4. Динамика среднемесячной, максимальной и минимальной температуры воздуха в январе (А) и июле (Б) по метеостанции Симферополь.

Как показало обобщение многолетних данных метеорологических станций, расположенных в степной и горной части Крымского полуострова, максимальное количество осадков холодного периода года превышает среднее значение в 3 раза, а минимальное – в 7 раз [7]. Устойчивые периоды внутривековых циклов изменения условий тепло- и влагообеспеченности, выраженные с помощью интегральных кривых отклонений от среднегодовых значений, показаны на рисунке 5. Закономерности, обнаруженные таким образом, могут определить ритмику режимов функционирования ландшафтной системы.

Среднегодовая температура воздуха при высокочастотных колебаниях достаточно четко снижалась с начала века до середины 40-х гг. XX в, причем на протяжении периода с 1898 по 1965 гг. формировался относительный внутривековой минимум, когда средняя температура была ниже, чем в предыдущее и последующее время, на 0,2 °С. Среднегодовое количество осадков, выпадавших начиная с 50-х гг. XX в. и к середине 80-х гг. XX в., в целом способствовало формированию засушливых условий, для которых можно выделить внутривековой минимум в период с 1961 по 1990 гг., когда среднегодовое количество осадков было меньше, чем в предыдущий и последующий период, на 22 мм. В период с 1990 по 2008 годы, наоборот, наблюдается увеличение количества осадков на 24,5 мм по сравнению со среднемноголетними значениями [7].

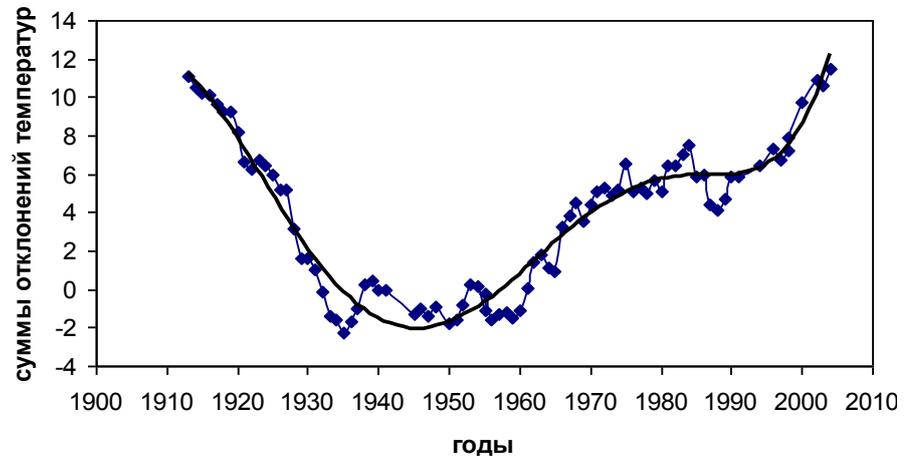
Анализ рисунка 5 показывает, что со второй половины 60-х гг. XX в климат начал меняться в сторону потепления и большего увлажнения.

Прогноз проявления на территории Крымского полуострова опасных неблагоприятных и катастрофических метео- и гидрологических явлений в условиях интенсификации антропогенных воздействий производился на основе исследования динамики опасных метеоявлений (ОЯ) и стихийных гидрометеоявлений (СГЯ) (по данным архивов комитета по гидрометеорологии Республики Крым). Всего на полуострове наблюдалось 885 случаев ОЯ и СГЯ.

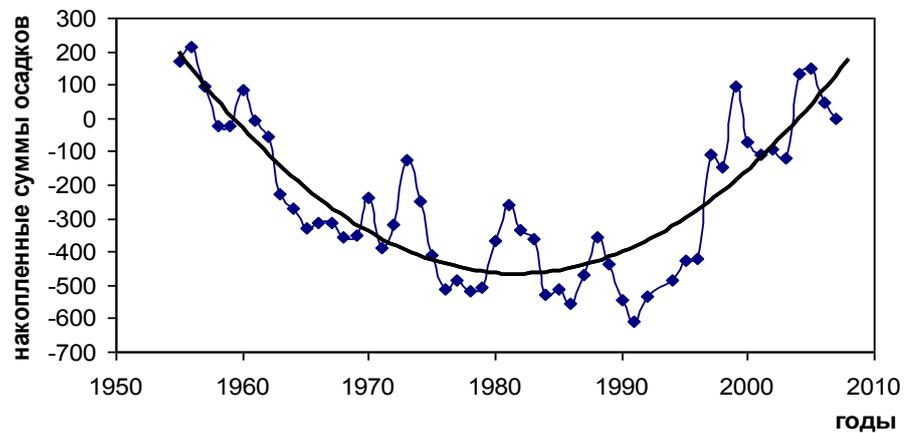
Наиболее наблюдаемыми ОЯ и СГЯ на полуострове являются: заморозки (250 случаев – 28%), ливневые дожди (151 случай – 17%), сильный ветер и шквал (148 случаев – 16,7%). Менее наблюдаемы – смерчи (2 случая – 0,22%) и пыльные бури (11 случаев – 1,24%). Проявление СГЯ и ОЯ на территории степного Крыма и в центральной части предгорья за последние 10 лет увеличилось более чем в 2 раза; в предгорном Крыму – более чем в 6 раз; в горном – наблюдается обратная ситуация, количество ОЯ и СГЯ уменьшилось за последние 10 лет на 11%. В целом на территории Крымского полуострова за последние 10 лет количество СГЯ И ОЯ увеличилось в 3 раза.

Гидрология. Верховья Салгира образуют реки Ангара и Кизил-Коба. Ангара берет начало на склонах Чатырдага у Ангарского перевала, а Кизил-Коба – у Красных пещер. В верхнем течении Салгир принимает ряд притоков с левой стороны (Тавель, Аян, балки Тахта-Джами, Курцовская и др.), в пределах Симферополя впадает правый приток – Малый Салгир, ниже в Салгир впадают притоки с правой стороны (Маленькая, Зуя с Бештереком, Бурульча, Биюк-Карасу). Биюк-Карасу – самый крупный приток Салгира длиной 86 км, площадью водосбора 1160 км²; впадает в Салгир в нижнем течении. Притоки до середины своего течения

носят характер горных водотоков с большим падением и большими скоростями, долины рек узкие. При выходе рек на равнину уклоны их резко уменьшаются, долины теряют ясные очертания, в устьевой части рек становятся неясно выраженными.



А



Б

Рис. 5. Интегральные суммы отклонений от нормы среднегодовых температур воздуха (по данным метеостанции Феодосия, А) и интегральные суммы отклонений от нормы годовых сумм атмосферных осадков (по данным метеостанции Симферополь, Б) [7, 11].

Густота речной сети на территории бассейна максимальна в горах – $0,6 \text{ км/км}^2$, далее постепенно снижается: в предгорьях $0,3 \text{ км/км}^2$, в степной части $0,1 \text{ км/км}^2$. Речная сеть развита, главным образом, в зоне выклинивания подземных вод на высоте более 600 м, где расположено большое количество источников [29]. Равнинная часть характеризуется очень слабым развитием речной сети, в засушливых условиях степей водотоки летом частично пересыхают.

Сток является главным системообразующим и интегрирующим фактором,

обуславливающим возникновение и существование речного бассейна. По мнению Муравейского С.Д., наиболее отчетливо роль стока как географического фактора выявляется в распределении растительности, так как им осуществляется основное обеспечение растений зольными элементами, влагой в виде переноса воды с растворенными в ней веществами поверхностным (русловым и склоновым) и подземным (грунтовым) стоком [16]. Также поверхностный и подземный сток являются главными механизмами, приводящими к поступлению загрязнений в водоемы. Поверхностный сток достигает максимальных показателей на границе верхнего и среднего течения рек, где они получают пополнение из многочисленных источников. Так, Салгир в верхнем течении от двух составляющих его рек Ангары и Кизил-Кобы получает около 14 млн. м³ воды в год; вблизи г. Симферополь его средний многолетний объем стока возрастает до 48,3 млн. м³ за счет пополнения водой из источников на Чатырдаге. В степных районах сток Салгира резко снижается (до 13 млн. м³), но вновь усиливается после слияния с Биюк-Карасу (у с. Двуречья до 53,7 млн. м³), при этом подавляющую часть воды при слиянии приносит Биюк-Карасу (до 40 млн. м³). Аналогичная картина наблюдается и на других реках системы Салгира. Среднемноголетний расход р. Салгир 1,71 м³/с (у с. Двуречья), Биюк-Карасу 2,02 м³/с [29].

Повышенные расходы на Салгире и его притоках наблюдаются в зимние и весенние месяцы. Весеннее половодье на реках бассейна выделить трудно, так как снеготаяние обычно сопровождается дождями. Частые зимние оттепели препятствуют накоплению запасов воды в снеге, но, тем не менее, весенние паводки являются более продолжительными. В годовом ходе уровней выделяются два периода: паводочный зимне-весенний или холодный (высокие уровни воды) и меженный летне-осенний или теплый (низкие уровни воды). С конца мая по октябрь-ноябрь наблюдается летняя межень, прерываемая кратковременными паводками. Водный режим Салгира характеризуется частыми паводками (до 7 в год), в этот период проходит 80-95% всего годового стока [26]. Паводочный и меженный периоды в гидрологическом режиме рек обуславливаются распределением осадков в течение года и температурным режимом, который определяет накопление снега в горах зимой, с одновременным уменьшением испарения в холодный период года.

Питание рек смешанное, для всех рек бассейна преобладает дождевое. Следующее по значимости – подземное питание, особенно для Биюк-Карасу и Кучук-Карасу [17]. Температура воды для рек системы Салгира зимой в верховьях составляет 3,7-8,5°, летом 15,8-20,4°. Наиболее интенсивный прирост температуры наблюдается в весенние месяцы (от марта к апрелю). Из-за особенностей гидрологического режима (скорость течения и т.д.) р. Салгир может оставаться свободной ото льда, при относительно сильных заморозках появляются быстро стаивающие забереги.

Минерализация в верхнем течении рек системы Салгира имеет средние значения (около 400 мг/л); в среднем течении минерализация повышается – в районе Симферополя она составляет до 500 мг/л. Салгир и его притоки относятся к группе рек карбонатного класса, в солевом составе вод преобладает бикарбонат кальция при слабом участии ионов серной кислоты и хлора [23]. Общая жесткость

воды Салгира в верховье 4,35-5,86 мг/экв., у истоков мала (около 3 мг/экв.), вода пригодна для орошения.

Естественные ландшафты. Вследствие положения в пределах горной и равнинной частей Крымского полуострова в бассейне р. Салгир наблюдается последовательная смена естественных ландшафтов от побережья Сиваша к вершинам Главной гряды Крымских гор. Наиболее низкое местоположение занимают гидроморфные ландшафты низменных недренированных и слабодренированных равнин с галофитными лугами и степями. На высотах более 40 м они постепенно сменяются ландшафтами типичных бедноразнотравных степей на плакорных равнинах [22]. Ландшафты равнинной части, суммарно занимающие 31% площади бассейна, сильно преобразованы, естественные ландшафты сохранились лишь в прибрежной части. Основная часть бассейна приурочена к предгорью, в пределах которого под влиянием абсолютных и относительных высот, характера расчлененности и позиционного положения обособились три ландшафтных пояса: бородачово-разнотравных и асфоделиново-разнотравных степей на аккумулятивных и денудационных равнинах (пояс разнотравных степей, 25%); лесостепи на останцово-денудационных, структурных денудационных и аккумулятивных равнинах, куэстовых возвышенностях (25%); дубовых лесов и кустарниковых зарослей на останцово-денудационных и наклонных структурных денудационных равнинах и куэстовых возвышенностях (6%). Крайнее южное положение в бассейне Салгира занимает средне- и низкогорье, в пределах которого под влиянием высотной климатической зональности и геоморфологических условий выделяются ландшафтные пояса дубовых лесов и кустарниковых зарослей типа «шибляк» (до высоты 700-800 м), буково-грабовых и буковых лесов (до кромки яйлы), занимающие суммарно 7% площади бассейна, и яйлинских плато с горными лугами и горно-луговой лесостепью (5%).

Из всех типов ландшафтов бассейна Салгира наибольшую водоохранную ценность имеют лесные. Среди лесных сообществ наибольшее распространение получили кустарниковые заросли типа «шибляк» в сочетании с низкоствольными лесами из дуба пушистого, грабинника, а в более высоких частях гор – леса из дуба пушистого, граба восточного, дуба скального, бука; значительную площадь в предгорье и на яйлах (особенно на Караби) занимают искусственные леса из сосны крымской [22]. В пределах бассейна Салгира лесистость составляет около 13,8%, однако на этой территории, в том числе в пределах лесных поясов, лесные сообщества распространены очень неравномерно (рис. 6).

Наиболее залесена Главная гряда Крымских гор, на склонах которой лесистость достигает 95-100%; во Внутреннем межгорном понижении и в восточной части Внутренней гряды (массив Бурундук-Кая) площадь лесов составляет 60-70%. В предгорье, в лесном и лесостепном поясе лесистость составляет 5-15%, лишь местами за счет искусственных посадок из сосны крымской достигает 30-50%; в наиболее низком предгорном поясе разнотравных степей леса занимают площадь 0-5%. В пределах плакорного и гидроморфного ландшафтных уровней лесная растительность отсутствует.

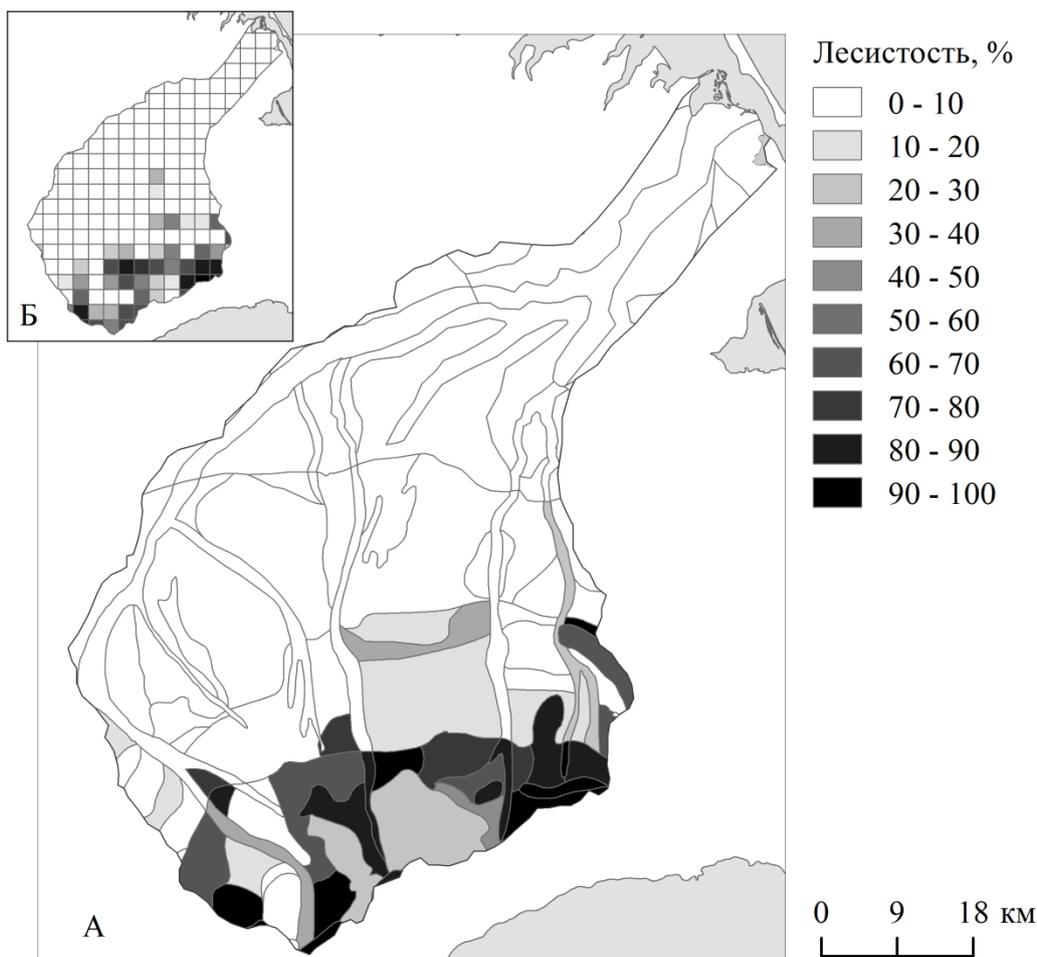


Рис. 6. Лесистость (в %) бассейна р. Салгир.

А – по ландшафтным контурам; Б – по сетке квадратов площадью 25 км².

Современное природопользование. Важнейшим фактором формирования водных ресурсов бассейна Салгира является деятельность человека, выражающаяся в исторически сформировавшихся типах природопользования. Анализ картографических материалов и космических снимков позволил выделить в пределах бассейна системы рек Салгир несколько типов природопользования. Наибольшую площадь – более 53% – занимают сельскохозяйственные угодья (пашни, рисовые чеки, сады), расположенные преимущественно в равнинной части. Селитебное природопользование (около 5% площади) связано с существованием сети сельских населенных пунктов, 7 поселков городского типа и двух городов (Симферополь с населением 360 тыс. чел., Белогорск, 25 тыс. чел). Промышленное природопользование не получило широкого распространения в регионе, и представлено промышленными объектами Симферополя и его пригородной зоны, Белогорска, а также рядом карьеров по добыче строительного

сырья. Транспортное природопользование представлено густой сетью автомобильных дорог и короткими отрезками железных дорог (Элеваторная – Симферополь – Чистенькая, Азовская - Краснофлотская). С водохозяйственным природопользованием связано функционирование густой, связанной с Северо-Крымским каналом, оросительной сети в Присивашье, более 400 прудов и 5 малых и небольших водохранилищ в Предгорье (Симферопольское, Аянское, Тайганское, Белогорское, Балановское). Типы и структура современного природопользования бассейна р. Салгир приведена на рисунке 7.

Методика оценки антропогенной преобразованности ландшафтов бассейна. Изучение и картирование типов природопользования в бассейне Салгира позволило перейти к интегральной количественной оценке степени антропогенной преобразованности территории. Такая оценка основывается на определении степени отклонения современных (природно-антропогенных) ландшафтов от первичных (восстановленных, девственных, природных) ландшафтов.

Одна из наиболее распространенных методик оценки антропогенной преобразованности предложена Шищенко П.Г. [28]. Она предполагает расчет по формуле:

$$K_{АП} = \frac{\sum(r_i \cdot \rho_i \cdot q)n}{100},$$

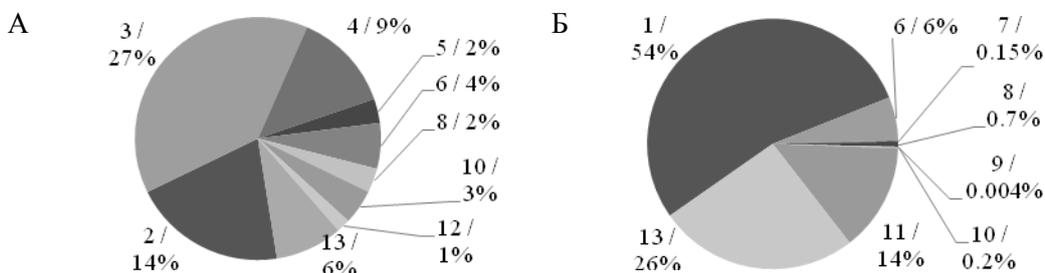
где $K_{АП}$ – коэффициент антропогенной преобразованности; r – ранг антропогенной преобразованности ландшафтов i_m видом использования; ρ – площадь ранга (%); q – индекс глубины преобразованности ландшафта; n – количество выделов в пределах контура ландшафтного региона.

При этом Шищенко П.Г. предлагает нижеследующие виды землепользования и соответствующие им значения ранга и индекса глубины: леса (1; 1), сады, виноградники (5; 1,2), пашни (6; 1,25), жилая сельская застройка (7; 1,3), земли промышленного использования (10; 1,5) и пр. Расчетные значения коэффициента преобразованности изменяются от 0 до 10 – от непреобразованных к очень сильно преобразованным и трансформированным ландшафтам.

Для Крымского полуострова (равнинной его части) оценка антропогенной преобразованности была выполнена Драган Н.А., Альшевби Ф.С. (1997). При этом в качестве расчетных операционных единиц использовались хозяйственные субъекты – бывшие колхозы и совхозы. Позднее одним из авторов [15] на примере участка в центральной части Крымского Присивашья был разработан алгоритм расчета коэффициента преобразованности с помощью ГИС. Предложенный алгоритм использовался для оценки антропогенной преобразованности ландшафтов бассейна Салгира.

В качестве исходных данных использовалась карта типов природопользования; все расчеты проводились с помощью программного комплекса ArcGIS 10.0. В качестве расчетных операционных единиц выбраны квадраты площадью 25 км². Результаты расчетов приведены на рисунке 8.

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ р. САЛГИР
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**



1. Сельхозугодия, в т.ч.: 2 – рисовые чеки, 3 – пашни, 4 – пастбища, 5 – сады.
 6. Населенные пункты. 7. Дачные массивы. 8. Дороги, промышленная застройка.
 9. Карьеры. 10. Пруды, водохранилища, каналы. 11. Леса. 12. Лесополосы.
 13. Естественная травянистая растительность. 14. Заболоченные территории.
 15. Ветровые осушки. 16. Акватория Сиваша.

Рис. 7. Типы природопользования в бассейне реки Салгир (А), в т.ч. в пределах прибрежной зоны (Б).

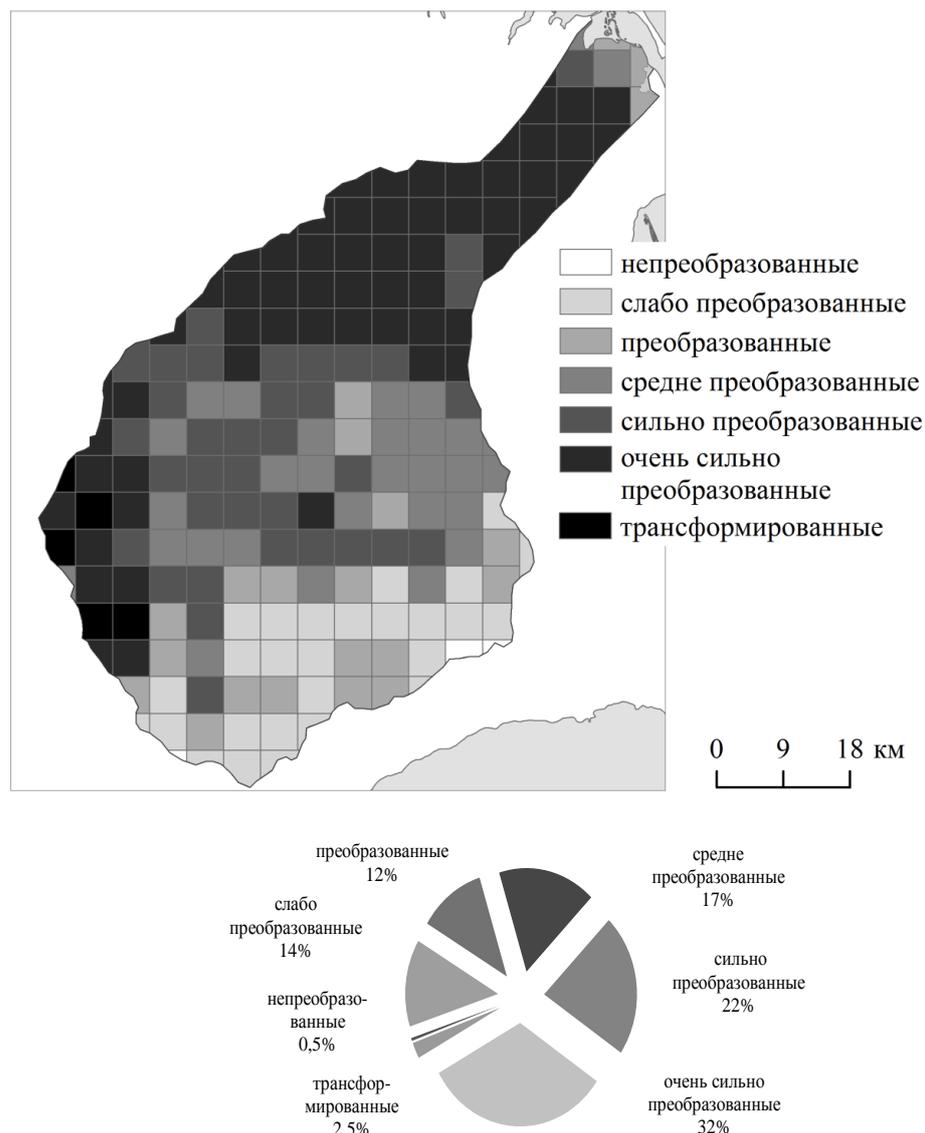


Рис. 8. Антропогенная преобразованность современных ландшафтов бассейна р. Салгир.

При среднем по бассейну значении коэффициента 6.1 (средне преобразованные ландшафты) антропогенная преобразованность в его пределах изменяется очень широко. Очень сильно преобразованные и трансформированные ландшафты занимают около 35% площади бассейна и приурочены к распаханым территориям

равнинной части и интенсивно освоенной долине Салгира вблизи Симферополя. Преобразованные, сильно- и среднепреобразованные ландшафты занимают почти 51% площади бассейна, преимущественно в предгорье и в отдельных частях Главной гряды. Слабо и непреобразованные ландшафты (14%) распространены, преимущественно, в пределах Главной гряды. Таким образом, в целом в областях формирования речного бассейна Салгира распространены мало преобразованные ландшафты, а в районах потребления водных ресурсов – более измененные. Однако значительная преобразованность ландшафтов отмечается и в отдельных областях формирования стока, например, по долинам рек в предгорной части.

ВЫВОДЫ

Проанализированы основные факторы формирования водных ресурсов бассейна р. Салгир и ее притоков. Геолого-геоморфологические факторы определяют пространственные закономерности атмосферного увлажнения, перераспределение поверхностного и формирование подземного стока в пределах бассейна. Качество и количество водных ресурсов бассейна р. Салгир с геолого-геоморфологической точки зрения обеспечиваются верховьем бассейна, и антропогенные нагрузки в этой части неминуемо приведут к снижению качества и количества водных ресурсов.

Динамика основных метеоэлементов, стихийных гидрометеорологических и опасных метеорологических явлений на территории Крымского полуострова свидетельствует, что устойчивые периоды внутривековых циклов изменения условий тепло- и влагообеспеченности, выраженные с помощью интегральных кривых отклонений от среднегодовых значений, характеризуют тенденции динамики климата современного периода в сторону потепления и большего увлажнения. Увеличение среднегодовых значений происходит за счет зимних температур. Повышение среднемесячных температур в январе за исследуемый период в общем тренде достигло около 0,6 °С. Среднемноголетние значения сумм количества осадков увеличились на 11,5 %.

Динамика основных метеоэлементов, стихийных гидрометеорологических и опасных метеорологических явлений на территории Крымского полуострова свидетельствует, что устойчивые периоды внутривековых циклов изменения условий тепло- и влагообеспеченности, выраженные с помощью интегральных кривых отклонений от среднегодовых значений, характеризуют тенденции динамики климата современного периода в сторону потепления и большего увлажнения. Увеличение среднегодовых значений происходит за счет зимних температур. Повышение среднемесячных температур в январе за исследуемый период в общем тренде достигло около 0,6 °С. Среднемноголетние значения сумм количества осадков увеличились на 11,5 %.

Анализ динамики проявления стихийных гидрометеорологических и опасных метеоявлений показал, что их количество на территории степного Крыма и в центральной части предгорья за последние 10 лет увеличилось более чем в 2 раза; в

предгорном Крыму – более чем в 6 раз; в горном – наблюдается обратная ситуация, количество опасных метеоявлений и стихийных гидрометеоявлений уменьшилось за последние 10 лет на 11%. В целом на территории Крымского полуострова за последние 10 лет количество СГЯ И ОЯ увеличилось в 3 раза.

Горные, в прошлом преимущественно лесные ландшафты, занимающие 68% площади территории бассейна, обеспечивают количество и качество водных ресурсов рек системы Салгира. Очень сильно преобразованные ландшафты, включая трансформированные, в настоящее время составляют 35% от площади бассейна Салгира, лесистость снизилась до 13,8% (в прошлом была не менее 50%). Поэтому количество водных ресурсов по экспертной оценке сократилось на 30%. Антропогенная нагрузка в верховье Салгира приводит к ухудшению как качества, так и количества водных ресурсов. Дальнейшее преобразование ландшафтов горной части бассейна недопустимо.

В условиях интенсификации деградации естественных ландшафтов бассейна системы рек Салгира и, учитывая тенденцию увеличения количества экстремальных негативных процессов, одним из самых значимых методов стабилизации ситуации является ландшафтная организация территории с учетом факторов формирования водных ресурсов.

Список литературы

1. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986-2005 рр.): Довідкове видання/ За ред. Прудко О. І., Адаменко Т. І. – ЦГМ в АРК. – Симферополь: «Таврида», 2011. – 343 с.
2. Аполосов В.М. Воды Крыма. – Симферополь, 1927. – 48 с.
3. Власова А.М. Дослідження ландшафтних територіальних структур басейнових територій (на прикладі басейнів річок системи Салгира) / А.Н. Власова // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2013. – Вип. 2 (70). – С.10-17.
4. Геологическая карта Горного Крыма. – Масштаб 1:200000. – Гл.ред. Деренюк Н. Е., 1984.
5. Гидрогеология СССР. – Т. VIII. Крым / Ред. В.Г.Ткачук. – М.: Недра, 1970. – 364 с.
6. Головкинский Н. А. Источники Чатырдага и Бабугана / Н. А. Головкинский. – Симферополь, 1893. – 20 с.
7. Ергина Е.И. Климатическая обусловленность почвообразования в Крыму / Е.И. Ергина, Ф.Н. Лисецкий // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. География. – 2010. – Т. 23 (62). – №1. – С. 52-60.
8. Каракаш Н.И. Гидрогеологические исследования верховья реки Салгира для водоснабжения города Симферополя / Н.И. Каракаш. – 1940
9. Конради А. В. Сельскохозяйственное водоснабжение горной части Крымского полуострова / А. В. Конради. – СПб, 1894.
10. Кочерин Д.И. Речной сток в верховьях Салгира до Симферополя. Материалы по водн. хоз. Крыма / Д.И. Кочерин. – Симферополь, 1922. – С. 3-12
11. Лисецкий Ф.Н. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене / Ф.Н. Лисецкий, Е.И. Ергина // Почвоведение. – 2010. – № 6. – С. 643-657.
12. Мандрыка Е.А. Ландшафтно-экологическое обоснование водоохранных и санитарных зон Симферопольского водохранилища / Е.А. Мандрыка, А.Б. Багулина, Е.А. Позаченюк, Л.М. Соцкова, В.Н. Лупенко В.Н. // Записки общества геоэкологов. – 2000. – Выпуск 2. – С. 2-5.
13. Миллер М.Е. Бассейн реки Салгира и его хозяйственное использование / М.Е. Миллер // Известия Крымского отдела Географического общества Союза ССР. Вып.5. – Симферополь: Крымиздат, 1961. – С.163-196.
14. Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). Система обслуживания гидрометеорологической информацией Cliwage / Всероссийский научно-исследовательский институт

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ р. САЛГИР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

- гидрометеорологической информации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html>.
15. Михайлов В.А. Оценка антропогенной преобразованности ландшафтов с помощью ГИС (на примере Крымского Присивашья) / В.А. Михайлов // Современные научные исследования и инновации. – Октябрь, 2012. [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/10/17103>
 16. Муравейский С.Д. Роль географических факторов в формировании географических комплексов / С.Д. Муравейский // Вопросы географии. – М.: ОГИЗ, 1948. – Сборник 9. – С. 95-110.
 17. Олиферов А.Н. Реки и озера Крыма / А.Н. Олиферов, З.В.Тимченко. – Симферополь: Доля, 2005. – 216 с.
 18. Олиферов А.Н. Реки и озера. Природа Крыма / А.Н. Олиферов, Б.М. Гольдин. – Симферополь: Крым, 1964. – 62 с.
 19. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствий на территории Российской Федерации/ том 1 Изменения климата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://voeikovmgo.ru/download/Том%20I.pdf>.
 20. Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: справочник / Сост. Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В., Губская У.А. (под ред. Лисовского А.А.). – Симферополь: КРП «Изд.Крымучпедгиз», 2011. – 242 с.
 21. Педдакас И.М. Исследование долины Салгира в водном отношении для Симферополя / И.М. Педдакас. – Симферополь, 1904.
 22. Рубцов Н.И. Растительный мир. Серия «Природа Крыма»/ Н.И. Рубцов, Л.В. Махаева, М.С. Шалыт, И.Н. Котова – Симферополь: Крым, 1964. – 124 с.
 23. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Крым и Приазовье/ Под ред. Б. М.Штейнгольца. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. — 128 с.
 24. Рухлов Н. В. Обзор речных долин горной части Крыма / Н. В. Рухлов. – Петербург, 1915.
 25. Слудский А.Ф. Древние долины реки Салгир / А. Ф. Слудский // Изв. Крым. отд. геогр. общ-ва СССР. – 1953. – Вып. 2. – С.31-38
 26. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / Под. ред. Позаченюк Е.А. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
 27. Тимченко З.В. Водные ресурсы и экологическое состояние малых рек Крыма/ З.В.Тимченко. – Симферополь: ДОЛЯ, 2002. – 152 с.
 28. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1998. – 192 с.
 29. Шутов Ю.И. Воды Крыма / Ю.И. Шутов. - Симферополь: Таврия, 1979. – 95 с.

Позаченюк К.А. Аналіз факторів формування водних ресурсів р.Салгир в умовах клімату, що змінюється/ К.А.Позаченюк, О.І.Єрґіна, А.М.Оліферов, В.А.Михайлов, А.М.Власова, О.А.Кудрянь, М.В.Пенно, І.В.Калінчук // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2014. – Т.27 (66), №2. – С. 118-138.

Проаналізовано фактори формування кількості і якості водних ресурсів системи річок басейну Салгир, в тому числі геолого-геоморфологічні, кліматичні, гідрологічні, середуотворюючі, антропогенні. Дана характеристика сучасних антропогенних ландшафтів і оцінка ступеня перетвореності природних ландшафтів басейну. Виконаний географічний прогноз проявлення небезпечних, несприятливих та катастрофічних метео- та гідрологічних явищ в умовах інтенсифікації антропогенних впливів.
Ключові слова: водні ресурси, ріка Салгир, ландшафт, ступінь антропогенної перетвореності ландшафту, клімат.

**ANALYSIS OF FACTORS OF THE SALGIR RIVER'S WATER RESOURCES
FORMATION UNDER THE CONDITION OF CLIMATE CHANGING**

**Pozachenyuk E.A., Ergina E.I., Oliferov A.N., Mikhailov V.A., Vlasova A.N.,
Kudrjan' E.A., Penno M.V., Kalinchuk I.V.**

Tavrida National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Russian Federation

E-mail: pozachenyuk@gmail.com

Human pressure on the environment coupled with natural factors of changing natural processes forms the complex conditions affecting the quantity and quality of water resources. In the article the factors of quantity and quality of water resources of the Salgir river's basin - the largest river of the Crimean peninsula - are analyzed.

Geological and geomorphological factors determine the spatial consistent patterns of atmospheric moisturization, the redistribution of the surface flow and formation of groundwater flow within the basin. The quality and quantity of water resources Salgir river's basin with geological and geomorphological point of view, are provided by the headwater of basin and anthropogenic pressures in this part will inevitably lead to a decrease in the quality and quantity of water resources.

Dynamics of the main meteorological parameters, of extreme hydrometeorological and dangerous meteorological phenomena on the Crimean peninsula testifies that sustained periods of secular cycle changes in the conditions of heat and moisture provision, expressed by means of integral curves of deviations from the average values characterize trends in the climate of the present-day period in the direction of warming and greater humidifying. The increase in the average annual values happens due to the winter temperatures. The increase the average temperatures in January during the study period in the general trend has reached about 0,6 ° C. The average value of amounts of precipitation increased by 11.5%.

Analysis of the dynamics of cases extreme hydrometeorological and dangerous meteorological phenomena showed that its quantity on the territory of the steppe Crimea and in the central part of the submountain region of the past 10 years has increased by more than 2 times; in the submountain region of the Crimea - more than 6 times; in the mountain region - conversely, the quantity of dangerous meteorological phenomena and natural hydrometeorological phenomena decreased over the last 10 years by 11%. In general, on the Crimean peninsula in the past 10 years the quantity of extreme hydrometeorological and dangerous meteorological phenomena has increased by 3 times.

Mountainous, in the past mainly forest landscapes, occupying 68% of the area of the basin, provide the quantity and quality of water resources of Salgir river's system. Greatly modified landscapes, including transformed, now equal to 35% of the Salgir river's basin, forest cover has decreased to 13.8% (in the past it was not less than 50%). Therefore, the amount of water resources according to expert estimation decreased by 30%. Anthropogenic pressure in the upper of Salgir leads to deterioration of both quality and quantity of water resources. Further transformation of landscapes mountainous part of the basin is inadmissible.

Under conditions of the degradation's intensification of natural landscapes in basin of Salgir river's system and, given the trend of increasing quantity of extreme negative processes, one of the most important methods of stabilization of the situation is the

landscape organization of territory considering factors of the formation of water resources.

Keywords: water resources, Salgir river, landscape, range of anthropogenic transformation of landscape, climate.

References

1. Agroklimatichnyy dovidnik po Avtonomnyy Respublitsi Krim (1986-2005 rr.): Dovidkove vidannya/ Za red. Prudko O. I., Adamenko T. I. – TsGM v ARK. – Simferopol: «Tavrida», 2011. – 343 s.
2. Apollosov V.M. Vodyi Kryima. – Simferopol, 1927. – 48 s.
3. Vlasova A.M. Doslidzhennya landshaftnih teritorlalnih struktur baseynovih teritoriy (na prikladi baseyniv r'chok sistemi Salgira) / A.N. Vlasova // FIZichna geografiya ta geomorfologiya. – K.: VGL «Obr'Yi», 2013. – Vip. 2 (70). – S.10-17.
4. Geologicheskaya karta Gornogo Kryima. – Masshtab 1:200000. – Gl.red. Derenyuk N. E., 1984.
5. Hidrogeologiya SSSR. – T. VIII. Kryim / Red. V.G.Tkachuk. – M.: Nedra, 1970. – 364 s.
6. Golovkinskiy N. A. Istochniki Chatyirdaga i Babugana / N. A. Golovkinskiy. – Simferopol, 1893. – 20 s.
7. Ergina E.I. Klimaticheskaya obuslovlennost pochvoobrazovaniya v Kryimu / E.I. Ergina, F.N. Lisetskiy // Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. – 2010. – T. 23 (62). – #1. – S. 52-60.
8. Karakash N.I. Hidrogeologicheskie issledovaniya verhovya reki Salgira dlya vodosnabzheniya goroda Simferopolya / N.I. Karakash. – 1940
9. Konradi A. V. Selskohozyaystvennoe vodosnabzhenie gornoy chasti Kryimskogo poluostrova / A. V. Konradi. – SPB, 1894.
10. Kocherin D.I. Rechnoy stok v verhovyah Salgira do Simferopolya. Materialyi po vodn. hoz. Kryima / D.I. Kocherin. – Simferopol, 1922. – S. 3-12
11. Lisetskiy F.N. Razvitie pochv Kryimskogo poluostrova v pozdnem golotsene / F.N. Lisetskiy, E.I. Ergina // Pochvovedenie. – 2010. – # 6. – S. 643-657.
12. Mandryika E.A. Landshaftno-ekologicheskoe obosnovanie vodoohrannyih i sanitarnyih zon Simferopolskogo vodohranilisha / E.A. Mandryika, A.B. Bagulina, E.A. Pozachenyuk, L.M. Sotskova, V.N. Lupenko V.N. // Zapiski obschestva geoekologov. – 2000. – Vyipusk 2. – S. 2-5.
13. Miller M.E. Basseyn reki Salgira i ego hozyaystvennoe ispolzovanie / M.E. Miller // Izvestiya Kryimskogo otdela Geograficheskogo obschestva Soyuzsa SSR. Vyip.5. – Simferopol: Kryimizdat, 1961. – S.163-196.
14. Mirovoy tsentr dannyih (VNIIGMI-MTsD). Sistema obsluzhivaniya gidrometeorologicheskoy informatsiey Sliware / Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut gidrometeorologicheskoy informatsii. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html>.
15. Mihaylov V.A. Otsenka antropogennoy preobrazovannosti landshaftov s pomoshchyu GIS (na primere Kryimskogo Prisivashya) / V.A. Mihaylov // Sovremennyye nauchnyie issledovaniya i innovatsii. – Oktyabr, 2012. [Elektronnyy resurs]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/10/17103>
16. Muraveyskiy S.D. Rol geograficheskikh faktorov v formirovaniy geograficheskikh kompleksov / S.D. Muraveyskiy // Voprosyi geografii. – M.: OGIZ, 1948. – Sbornik 9. – S. 95-110.
17. Oliferov A.N. Reki i ozera Kryima / A.N. Oliferov, Z.V.Timchenko. – Simferopol: Dolya, 2005. – 216 s.
18. Oliferov A.N. Reki i ozera. Priroda Kryima / A.N. Oliferov, B.M. Goldin. – Simferopol: Kryim, 1964. – 62 s.
19. Otsenochnyy doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviy na territorii Rossiyskoy Federatsii/ tom 1 Izmeneniya klimata. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://voeikovmgo.ru/download/Tom I.pdf>.
20. Poverhnostnyie vodnyie ob'ektyi Kryima. Upravlenie i ispolzovanie vodnyih resursov: spravochnik / Sost. Lisovskiy A.A., Novik V.A., Timchenko Z.V., Gubskaya U.A. (pod red.Lisovskogo A.A.). – Simferopol: KRP «Izd.Kryimuchpedgiz», 2011. – 242 s.
21. Peddakas I.M. Issledovanie doliny Salgira v vodnom otnoshenii dlya Simferopolya / I.M. Peddakas. – Simferopol, 1904.

22. Rubtsov N.I. Rastitelnyy mir. Seriya «Priroda Kryima»/ N.I. Rubtsov, L.V. Mahaeva, M.S. Shalyit, I.N. Kotova – Simferopol: Kryim, 1964. – 124 s.
23. Resursyi poverhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost. T. 6. Ukraina i Moldaviya. Vyip. 3. Kryim i Priazove/ Pod red. B. M.Shteyngoltsa. – L.: Gidrometeoizdat, 1964. — 128 s.
24. Ruhlov N. V. Obzor rechnykh dolin gornoy chasti Kryima / N. V. Ruhlov. – Peterburg, 1915.
25. Sludskiy A.F. Drevnie doliny reki Salgir / A. F. Sludskiy // Izv. Kryim. otd. geogr. obsch-va SSSR. – 1953. – Vyip. 2. – S.31-38
26. Sovremennyye landshafty Kryima i sopredelnykh akvatoriy / Pod. red. Pozachenyuk E.A. – Simferopol: Biznes-Inform, 2009. – 672 s.
27. Timchenko Z.V. Vodnyie resursyi i ekologicheskoe sostoyanie malyykh rek Kryima/ Z.V.Timchenko. – Simferopol: DOLYa, 2002. – 152 s.
28. Shischenko P.G. Prikladnaya fizicheskaya geografiya / P.G. Shischenko. – K.: Vyischa shk. Golovnoe izd-vo, 1998. – 192 s.
29. Shutov Yu.I. Vodyi Kryima / Yu.I. Shutov. - Simferopol: Tavriya, 1979. – 95 s.

Поступила в редакцию 20.11.2014 г.