

## ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ РЕК ЛЕНКОРАНСКОЙ ПРИРОДНОЙ ОБЛАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

А. А. Меликов

*Институт Географии НАНА, Азербайджан*

*Поступила в редакцию 9 марта 2017 г.*

**Аннотация:** Для оценки экологического состояния на речных водосборах использованы данные по плотности населения (чел/км<sup>2</sup>) и поголовью скота (животных/км<sup>2</sup>), лесистость и коэффициент антропогенизации водосбора, также сброс в реки сточных вод. Выявлено, что 28,6 % исследуемых рек подвержено умеренной, а 71,4 % значительной степени антропогенной нагрузки. По индексу загрязнения речные воды отнесены, в основном, к умеренно загрязненным и загрязненным (III и IV класс).

**Ключевые слова:** антропогенная нагрузка, плотность населения, экологическое состояние, плотность поголовья скота, коэффициент антропогенизации.

**Abstract:** Data on population density (person/km<sup>2</sup>) and livestock (animals/km<sup>2</sup>), forest cover and anthropogenic coefficient of the catchment area, as well as discharge of sewage into rivers were used to assess the ecological condition of river basins. It was revealed that 28,6 % of the investigated rivers are subject to moderate degree of anthropogenic pressure, and 71,4 % significant degree. According to the index of pollution, river waters are mainly classified as moderately polluted and polluted (Class III and IV).

**Key words:** anthropogenic pressure, population density, ecological condition, density of livestock, anthropogenization coefficient.

В настоящее время многие регионы Республики Азербайджан характеризуются дестабилизированной геоэкологической ситуацией. К их числу относятся бассейны рек Ленкоранской природной области, где интенсивно развиваются легкая и пищевая промышленность, пастбищное и загонное животноводство, имеется густая сеть автомагистралей и железнодорожных магистралей и другие коммуникации, расположены города Ленкорань, Масаллы, Астара, Джалилабад и большое количество сельских населенных пунктов. Увеличение численности населения и рост городов, развитие промышленного и сельскохозяйственного производства в регионе обусловили активное вовлечение природных ресурсов в хозяйственный оборот, что способствует обострению экологических проблем.

В последние десятилетия внимание к процессам на водосборах во многом обусловлено неудовлетворительным экологическим состоянием водных объектов. Стало очевидным, что оно зависит не только от сброса в реки сточных вод, но и от разнообразных видов хозяйственной деятельности в пределах речных бассейнов, влияющих на

изменения стока. В результате хозяйственной деятельности реки могут загрязняться, засоряться и истощаться. Загрязнение происходит при сбросе неочищенных, недостаточно очищенных или даже очищенных промышленных, хозяйственно-бытовых и сельскохозяйственных вод. Засорение рек твердыми материалами наблюдается реже. Сюда можно отнести заиление русел в результате размывов берегов и сноса почв с сельскохозяйственных угодий, что может нередко наблюдаться на равнинных реках. Истощение речного стока происходит в результате водозаборов на орошение и водоснабжение, особенно в меженный период. При этом забор воды может происходить не только непосредственно из русла, но и из скважин, расположенных на пойме и забирающих воду из подземных горизонтов, питающих реку. Это также приводит к истощению речного стока. Истощение стока наряду с заилением русла сопровождается быстрым его зарастанием и даже заболачиванием плесов.

Для оценки экологического состояния на речных водосборах использованы данные по плотности населения (чел/км<sup>2</sup>) и поголовью скота (животных/км<sup>2</sup>), лесистости и коэффициенту антропо-

генизации водосбора, также сбросы в реки сточных вод. На первом этапе исследований на карте масштаба 1 : 200000 выделены основные речные бассейны и определены внутри бассейна населенные пункты. Далее, по данным ЦСУ Азербайджана для этих населенных пунктов определено количество населения. Потом рассчитана плотность населения для каждого речного бассейна. Для оценки антропогенной нагрузки на состояние рек использована система экспертных баллов [5].

Известно, что качество воды рек связано с природными факторами и антропогенными нагрузками. Антропогенная нагрузка на окружающую среду, в том числе и на природные воды, постоянно возрастает. Следует отметить, что научно-исследовательских работ по антропогенной нагрузке для территории Азербайджана сравнительно мало. Вопросы для оценки антропогенной нагрузки на состояние рек Азербайджана были освещены в работах М. А. Абдуева [1, 2, 3], где выявлено, что 2 % изученных рек находятся в условиях слабой, 25 % – умеренной и 73 % – значительной антропогенной нагрузки.

На реках Ленкоранской природной области антропогенные нагрузки включают в себя водозабор из рек и подземных водоносных горизонтов, сброс в водные объекты промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод, распашку земель, инженерное преобразование природных ландшафтов при градостроительстве, создание социальной инфраструктуры.

Реки, как один из основных компонентов природной среды, находятся в сложном взаимодействии и взаимообусловленности с географическим ландшафтом. Гидрологический и гидрохимический режим рек быстро реагирует на происходящие изменения в ландшафте. Поэтому состояние рек можно оценивать в качестве индикатора изменения экологической обстановки различных территорий. Интенсивное использование рек часто сопровождается большим или меньшим их физическим, химическим и биологическим загрязнением. Физическое загрязнение водных объектов обусловлено изъятием стока или его искусственным увеличением, изменением содержания в воде взвешенных минеральных частиц (наносов), колебаниям температуры водных потоков. Химические аспекты загрязнения характеризуют повышенное поступление в русловую сеть соответствующих видов поллютантов – производных хозяйственного использования или преобразования компонентов природных ландшафтов, растительного и почвен-

ного покрова территории, поступления разнообразных видов сточных вод. Биологическое загрязнение отражает антропогенное воздействие на концентрацию в компонентах природных ландшафтов опасных для здоровья населения микроорганизмов, изменение состава и продуктивности водных биоценозов.

Совокупность указанных и некоторых других изменений состояния рек можно трактовать как нарушение экологической безопасности территории [5]. Оно проявляется в дефиците водных ресурсов, угнетении или деградации водных экосистем, увеличении вероятности и опасности наводнений, русловых деформаций, негативного изменения здоровья населения, водных экосистем, снижении качества воды. Характер этих последствий наиболее быстро проявляется в территориально-аквальных комплексах рек и зависит от конкретного сочетания причин, вызывающих негативное изменение их состояния.

Экологические проблемы рек Ленкоранской природной области те же, что и на других реках Каспийского побережья: сброс в реки неочищенных промышленных и коммунально-бытовых сточных вод; загрязнение русла рек промышленными отходами и бытовым мусором; добыча гравия в руслах рек; неорганизованные зоны отдыха на берегу рек; строительство ресторанов в руслах рек; мойка автомобилей в реках. Помимо вышеуказанных проблем во время обследования рек Ленкоранской природной области были выявлены некоторые специфические экологические проблемы. Так, в связи с повышением уровня Каспийского моря и строительства гидротехнических сооружений в устьевых частях некоторых рек скорости течения воды резко уменьшились, и имеют место обратные уклоны (обратные течения). В результате этого замедлилось поступление речных вод в море, а устьевые области представляют собой «стоячие воды». Происходит зарастание русла, цветение воды. Это свидетельствует о поступлении большого количества неочищенных коммунально-бытовых сточных вод в русла рек. Наиболее катастрофическая ситуация сложилась в устьях рек Боладычай и Лякарчай. В русле реки Истисучай в районе села Алаша находятся выходы термальных вод – «Истису». Здесь возникла неорганизованная зона отдыха, которая называется «Астаринская Истису». Практически все бытовые отходы из этой зоны поступают в реку. Кроме этого, воды термальных источников являются высокоминерализованными и прямотоком поступают в реку.

## Оценка антропогенных нагрузок

Название рек	Антропогенные нагрузки (баллы)					Сумма баллов	Интенсивность антропогенной нагрузки	
	Плотность населения	Плотность животных	Лесистость	Антропогенизация	Сточные воды		степень	класс
Болгарчай	2	2	+1	3	3	11	умеренная	III
Инджачай	6	6	+1	3	3	19	значительная	IV
Боладычай	6	6	+1	3	3	19	значительная	IV
Виляшчай	6	6	+1	3	3	19	значительная	IV
Ленкоранчай	5	6	+1	3	3	18	значительная	IV
Тенгерудчай	6	6	-1	3	3	17	значительная	IV
Астарачай	4	5	-1	3	3	14	значительная	III

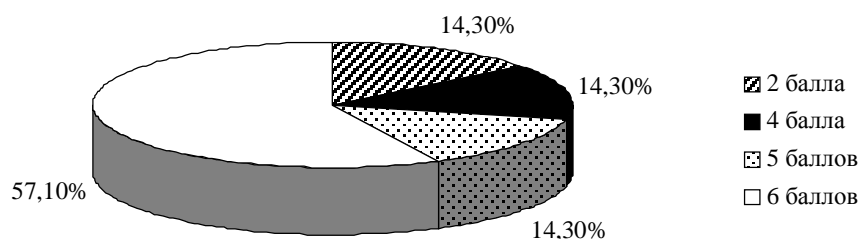


Рис. 1. Оценка экологического состояния речных бассейнов по плотности населения

В результате этого речные воды становятся непригодными не только для питьевого водоснабжения, но и для орошения приусадебных участков. Лишь после слияния рек Истисучай и Астарачай высокоминерализованные воды Истисучая разбавляются водами реки Астарачай, и население нижележащих селений может использовать речные воды для различных бытовых нужд.

Аналогичная неблагоприятная ситуация, но с меньшей остротой, наблюдается и на реке Виляшчай в районе зоны отдыха «Масаллинский Истису». Здесь создана «организованная» зона отдыха. Однако, из этой, так называемой «организованной» зоны отдыха, все сточные воды без всякой предварительной очистки прямококом поступают в русло реки Виляшчай. Воды «Масаллинских Истису» также являются высокоминерализованными. Но их объемы по сравнению со стоком реки небольшие.

Воды реки Мишарчай и Выравулчай почти полностью забираются на орошение. В результате в летнюю межень в устьевых частях они пересыхают.

Качество воды в реках в значительной мере зависит от плотности населения ( $n$ ), использующего территориальные и рекреационные ресурсы

малых водотоков. Чем больше плотность населения, тем выше вероятность химического и бактериального загрязнения поверхностных и подземных вод (таблица 1).

При  $n < 5$  чел/км<sup>2</sup> (1 балл) экологическое состояние рек практически не зависит от этого вида антропогенных нагрузок. При  $n = 5-24$  чел/км<sup>2</sup> (2 балла) потребительские свойства водных ресурсов начинают снижаться под влиянием жизнедеятельности населения. Дальнейшее ухудшение ситуации соответствует  $n = 25-49$  (3), 50-99 (4), 100-149 (5) и  $> 150$  чел/км<sup>2</sup> (6 баллов). В бассейне реки Болгарчай плотность населения составляет менее 24 чел/км<sup>2</sup>. Поэтому экологическое состояние в этом бассейне оценено в 2 балла. В бассейне рек Астарачай плотность населения составляет менее 99 чел/км<sup>2</sup>, а экологическое состояние соответствует 4 баллам. Ее бассейн составляет 14,3 % от всех изучаемых бассейнов. Из исследованных речных бассейнов только в 14,3 % экологическое состояние оценено в 5 баллов. К ним относится речной бассейн Ленкоранчай. В этом бассейне плотность населения составляет менее 149 чел/км<sup>2</sup>. Экологическое состояние большинства речных бассей-

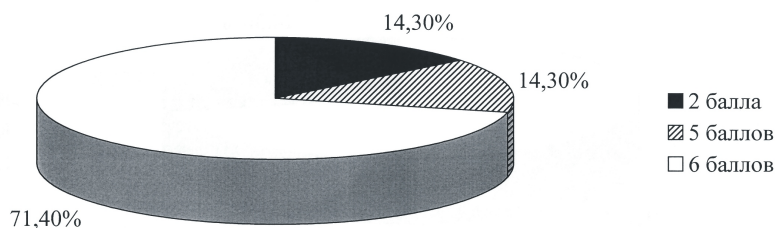


Рис. 2. Оценка экологического состояния речных бассейнов по плотности поголовью скота

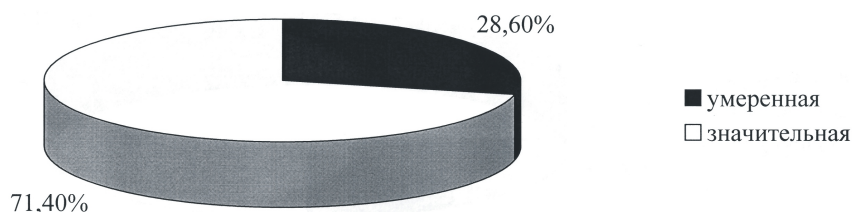


Рис. 3. Оценка экологического состояния речных бассейнов по антропогенной нагрузке

нов (57,1 %) оценено в 6 баллов, а плотность населения в этих речных бассейнах составляет 159-319 чел/км<sup>2</sup> (рис. 1).

Воздействие животноводства на качество речных вод зависит от поголовья скота, приходящегося на 1 км<sup>2</sup> водосбора [7]. Слабое (< 15), незначительное (15-25), значительное (26-40), умеренное (41-100), сильное (101-150), очень сильное (> 151 голов скота/км<sup>2</sup>) снижение потребительских качеств водных ресурсов под влиянием этого фактора соответствует 1, 2, 3, 4, 5 и 6 баллам антропогенной нагрузки. В бассейнах, изученных рек, плотность поголовья скота составляет 19-616 животных/км<sup>2</sup> (2-6 балла). В бассейне р. Болгарчай плотность животных составляет 19 голов/км<sup>2</sup> и поэтому экологическое состояние оценено в 2 балла. В речном бассейне Астарачай плотность скота составляет 130 голов/км<sup>2</sup>, а экологическое состояние соответствует 5 баллам. Большинство изученных речных бассейнов (71,4 %) отличается высокой плотностью животных (> 150 голов/км<sup>2</sup>) при этом экологическое состояние соответствует 6 баллам (рис. 2).

Использование лесных ресурсов влияет на многолетние изменения годового и сезонного стока воды, взвешенных наносов, растворенных веществ. Вырубка лесов и лесовосстановление сопровождаются нарушением зональных особенностей миграции тяжелых металлов вследствие изменения рН в почвенных растворах. Влияние этого вида антропогенных нагрузок на малые реки оценить достаточно сложно [5]. Оно может быть

учтено в первом приближении на основе балльной оценки их воздействия на сток. В начале XX века в Азербайджане лесистость достигала 35 % [8]. Это значение может быть принято в качестве фонового (0 баллов). Экспертная оценка позитивного влияния леса на изменение стока соответствует – 1 баллу, если лесистость менее 35 %, а негативное воздействие сведения лесов принимается равным +1 баллу при лесистости более 35 %. На территории исследуемых бассейнов, лишь у 28,6 % рек (Тангерудчай и Астарачай) лесистость более 35 %. Поэтому в пределах этих речных бассейнов позитивного влияния леса на изменение стока соответствует – 1 баллу.

Сброс в реки сточных вод достаточно велик. Вклад в антропогенную нагрузку сброса сточных вод оценен с использованием двух показателей [7]: отношение условной приведенной массы загрязняющих веществ, которые поступают в реку со сточными водами, к объему годового стока рек и условного объема сточных вод (с учетом степени очистки), приходящихся на 1 м<sup>3</sup> речного стока. Почти все исследованные реки в большей или меньшей степени подвергаются влиянию сбросов сточных вод. Из 65 крупных городов и райцентров республики, сбрасывающих сточные воды в реки, канализованы только 25 городов, а 17 городов имеют очистные сооружения. Водоотведение в водные объекты республики составляет 73,3 млн. м<sup>3</sup>/год. Из них объем загрязненных стоков составляет 25,3 млн. м<sup>3</sup>/год, а объем нормативно-очищенных – 48,0 млн. м<sup>3</sup>/год. Проведенное

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Чистые	0-1,0	I
Слабо загрязненные	1,0-2,0	II
Умеренно загрязненные	2,0-4,0	III
Загрязненные	4,0-6,0	IV
Сильно загрязненные	6,0-10	V
Чрезвычайно загрязненные	> 10	VI

исследование [1] показывает, что из рек Ленкоранской природной области наиболее существенно антропогенному воздействию подвержена река Ленкоранчай. Предприятиями города Ленкорань в нее ежедневно сбрасывается около 2,6 тыс. м<sup>3</sup> неочищенных сточных вод. После сброса сточных вод предприятиями города Ленкорань в реку Ленкоранчай качество воды резко ухудшается. Такая картина наблюдается и на других реках региона. Например, суточный сброс сточных вод в количестве около 1,8 тыс. м<sup>3</sup> способствует заметному изменению качества воды реки Астарачай ниже по течению. Однако, по всем рекам Ленкоранской области таких данных нет. В этом случае Н. И. Алексеевский [5] количество сточных вод, сбрасываемых в каждую реку, предлагает оценить их отрицательное влияние от 2 до 5 баллов. Учитывая вышесказанное, нам представляется что, влияние этого вида антропогенной нагрузки можно оценить в среднем в 3 балла (таблица 1).

Сток, качество поверхностных и подземных вод зависят также от степени антропогенизации. С возрастанием степени антропогенизации увеличивается сток взвешенных наносов и растворенных веществ. Коэффициент антропогенизации ( $\kappa$ ) менее 0,2 соответствует природному фону состояния водосборов и принимается за 1 балл. Дальнейшее ухудшение ситуации соответствует  $\kappa = 0,2-0,4$  (2); 0,41-0,60 (3); 0,61-0,80 (4) и  $> 0,81$  (5 баллов) [5]. По данным Б. А. Будагова и Я. А. Гарибова [4] антропогенизация территории Азербайджана, в соответствии с вертикальной зональностью, изменяется от устья до истока рек. То есть, с повышением рельефа коэффициент антропогенизации водосбора уменьшается. В нижних течениях рек «к» составляет 0,8-0,9, в средних течениях 0,3-0,6, а в верхних течениях 0,1-0,2. Учитывая это положение, значение коэффициента антропогенизации водосборов в среднем можно принимать равным 0,5, что соответствует 3 балльной антропогенной нагрузке (таблица 1).

Интегральное изменение состояния рек соответствует сумме экспертных баллов (СБ) по каждому виду антропогенных нагрузок (таблица 1). В первом приближении можно считать, что при  $СБ < 5$  антропогенное преобразование состояния этих рек крайне мало. Классы слабой, умеренной и значительной антропогенной нагрузки можно принять при  $СБ = 5-10$ ; 11-15; 16-20 баллов соответственно. Проведенное нами исследование показывает, что в пределах изучаемых водосборов сумма экспертных баллов изменяется от 11 до 19 баллов. В бассейнах рек Болгарчай и Астарачай сумма экспертных баллов изменяется от 11 до 14, и они составляют 28,6% от всех изучаемых бассейнов. Таким образом, установлено, что 28,6% изученных рек находятся в условиях умеренной, а 71,4% – значительной антропогенной нагрузки (рис. 3).

Химическое загрязнение рек оценено по индексу загрязняющих веществ (ИЗВ) [6]. Оно обуславливает различие в классах качества воды. По ИЗВ речные воды подразделяются на слабо загрязненные (II класс), умеренно загрязненные (III класс), загрязненные (IV класс) и сильно загрязненные (V класс) (таблица 2).

В целом, воды изученных рек относятся к III и IV классу (умеренно загрязненные и загрязненные) качества по ИЗВ с использованием ПДК санитарно-гигиенических нормативов. Сильно загрязненные воды (V и VI классы) не входили в состав объектов исследования (рис. 4).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Антропогенное воздействие на речные бассейны приводит к более интенсивному перераспределению вещества и энергии, чем это происходит при естественных сукцессиях ландшафтов.

2. Любое антропогенное вмешательство в природную среду приводит к тем или иным сдвигам во всей структуре ландшафта, в его внутри- и межландшафтных взаимосвязях.

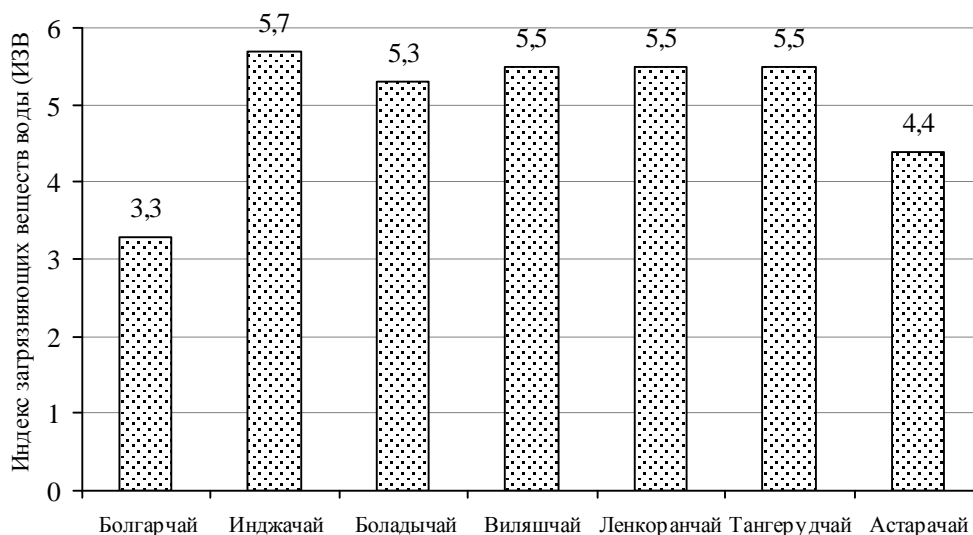


Рис. 4. Значение ИЗВ для рек Ленкоранской природной области

3. Около 28,6% изученных рек находятся в условиях умеренной, а 71,4% – значительной антропогенной нагрузки.

4. Воды изученных рек относятся к III и IV классу (умеренно загрязненные и загрязненные) качества по ИЗВ с использованием ПДК санитарно-гигиенических нормативов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев М.А. Рекогносцировочная оценка состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке / М. А. Абдуев // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2010. – № 2. – С. 55-61.
2. Абдуев М. А. Оценка экологического состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке / М. А. Абдуев // Молодежь и наука : Реальность и будущее : материалы 3-й Международной научно-практической конференции. – Невинномысск, 2010. – Т. 5, Естественные и прикладные науки. – С. 145-147.
3. Абдуев М. А. Оценка гидрохимического состояния рек аридных территорий Азербайджана / М. А. Абдуев // Водное хозяйство России. – 2014. – № 4. – С. 31-43.
4. Будагов Б. А. Основные направления антропогенной организации природных ландшафтов / Б. А. Будагов, Я. А. Гарибов // Конструктивная география Азербайджанской Республики. – Баку : Элм, 2000. – С. 158-170.
5. Малые реки и экологическое состояние территории / Н. И. Алексеевский [и др.] // Водные ресурсы. – 2003. – Т. 30, № 5. – С. 586-595.
6. Методические указания по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – Ростов-на-Дону : Гидрохимический институт, 1988. – 28 с.
7. Скорняков В. А. Учет распределения антропогенных факторов и антропогенных нагрузок при оцен-

ке качества воды / В. А. Скорняков // Проблемы гидрологии и гидроэкологии. – Москва : Издательство Московского государственного университета, 1999. – Вып. 1. – С. 238-261.

8. Халилов М. Я. Антропогенные изменения и восстановление растительного покрова / М. Я. Халилов // Конструктивная география Азербайджанской Республики. – Баку : Элм, 2000. – С. 131-157.

#### REFERENCES

1. Abduev M.A. Rekognostsirovachnaya otsenka sostoyaniya rechnykh bassejnov Azerbajdzhana po antropogennoj nagruzke / M. A. Abduev // Gidrometeorologiya i ehkologiya. – Almaty, 2010. – № 2. – S. 55-61.
2. Abduev M. A. Otsenka ehkologicheskogo sostoyaniya rechnykh bassejnov Azerbajdzhana po antropogennoj nagruzke / M. A. Abduev // Molodezh' i nauka : Real'nost' i budushhee : materialy 3-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Nevinnomyssk, 2010. – T. 5, Estestvennye i prikladnye nauki. – S. 145-147.
3. Abduev M. A. Otsenka gidrokhimicheskogo sostoyaniya rek aridnykh territorij Azerbajdzhana / M. A. Abduev // Vodnoe khozyajstvo Rossii. – 2014. – № 4. – S. 31-43.
4. Budagov B. A. Osnovnye napravleniya antropogenizatsii prirodnykh landshaftov / B. A. Budagov, YA. A. Garibov // Konstruktivnaya geografiya Azerbajdzhanskoj Respubliki. – Baku : EHM, 2000. – S. 158-170.
5. Malye reki i ehkologicheskoe sostoyanie territorii / N. I. Alekseevskij [i dr.] // Vodnye resursy. – 2003. – T. 30, № 5. – S. 586-595.
6. Metodicheskie ukazaniya po formalizovannoj kompleksnoj otsenke kachestva poverkhnostnykh i morskikh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam. – Rostov-na-Donu : Gidrokhimicheskij institut, 1988. – 28 s.
7. Skornjakov V. A. Uchet raspredeleniya antropogennykh faktorov i antropogennykh nagruzok pri otsenke kachestva vody / V. A. Skornjakov // Problemy gidrologii i

gidroekologii. – Moskva : Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta, 1999. – Вып. 1. – S. 238-261.  
8. KHalilov M. YA. Antropogennye izmeneniya i

vosstanovlenie rastitel'nogo pokrova / M. YA. KHalilov // Konstruktivnaya geografiya Azerbajdzhanskoj Respubliki. – Baku : EHM, 2000. – S. 131-157.

Меликов Афиг Али оглы  
докторант Института Географии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, E-mail: [abduyevm@gmail.com](mailto:abduyevm@gmail.com)

Melikov Afig Ali oghlu  
Doctoral Candidate of the Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, E-mail: [abduyevm@gmail.com](mailto:abduyevm@gmail.com)