

УДК 50 502/504

**Блужина А.С. [Blugina A.S.],  
Бегдай И.В. [Begday I.V.],  
Харин К.В. [Harin K.V.]****ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
БАССЕЙНА Р. КУМА НА ТЕРРИТОРИИ  
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ****Ecological-geochemical assessment  
of the basin of R. Kuma on the territory  
of Stavropol region**

При комплексном подходе к экологической оценке объектов окружающей среды, необходимо учитывать все факториальные особенности территории, которые оказывают влияние на показатели экологического состояния ландшафта, что адаптирует методики к уникальным природным условиям каждого отдельного природно-территориального комплекса. Прикладные ландшафтно-экологические работы нацелены на изучение отдельных компонентов ландшафта, однако комплексная экологическая оценка должна опираться, прежде всего, на всесторонний анализ экологического потенциала геосистемы. В методику комплексной оценки ландшафтов включены показатели водного стресса, рассчитанные для бассейна р.Кума в пределах Ставропольского края и представлены результаты эколого-геохимического исследования ландшафтов водосборной территории бассейна р.Кума в пределах Ставропольского края с помощью квалиметрической оценки. На основании рассчитанных показателей, в совокупности дающих значение антропогенной нагрузки, построены тематические карты промышленной, транспортной, водного стресса и антропогенной нагрузки.

**Ключевые слова:** неблагоприятное воздействие, ИЗВ, ландшафт, комплексная антропогенная нагрузка на ландшафт, водный стресс.

With an integrated approach to environmental assessment of the environment, it is necessary to consider all factorial features of the territory that influence the indicators of ecological condition of landscape that adapts the methods to the unique condition of each individual natural territorial complex. Applied landscape-ecological work aimed at studying the individual components of the landscape, however, a comprehensive environmental assessment should be based primarily on a comprehensive analysis of the ecological potential of geosystems. In the methodology of integrated assessment of landscape indicators of water stress, calculated for the basin of Kuma within the Stavropol territory and presents the results of ecological-geochemical researches of landscapes of the catchment basin of the river Kuma in the Stavropol region borders with the help of qualitative evaluation. On the basis of the calculated indicators, together giving the values of the anthropogenic load, the created thematic maps industrial, transport, water stress and anthropogenic stress.

**Key words:** adverse effect, WPI, landscape, complex human influence on the landscape, water stress.

В настоящее время существует множество методов оценивания ландшафтов. Зачастую при оценке ландшафта упускается важная составляющая его функционирования – водные объекты и их бассейновая

часть. В связи с этим считаем необходимым учитывать все факториальные особенности территории, которые оказывают влияние на показатели экологического состояния компонентов ландшафта, что адаптирует методики к уникальным природным условиям каждого отдельного природно-территориального комплекса.

*Объект и методы исследования.* Объектом исследования является река Кума, протекающая в юго-восточной части Ставропольского края, река принадлежит бассейну Каспийского моря, относится к категории средних рек: площадь бассейна – 33 500 км<sup>2</sup>, длина – 756 км. Река Кума протекает по территории степных и полупустынных ландшафтов. Функционируют ландшафты еще по принципу степных ландшафтов [7]. Современный долинный ландшафт верхнего течения р. Кумы – это Кавказско-Минераловодская агломерация, представленная селитебными зонами городов. Основными водоисточниками для региона КМВ являются река Кума с притоком – рекой Подкумок, а также приемниками сточных вод региона КМВ, в связи с этим окружающий долинный ландшафт накапливает и перераспределяет загрязнение, поступающее с водосборного бассейна и из самих рек.

Авторами интегральной оценки устойчивости ландшафтов Московской области в основе оценки устойчивости используется анализ энергетики ландшафта как интегрального показателя способности ландшафта противостоять антропогенным воздействиям. С этой точки зрения наибольшей устойчивостью обладают те ландшафты, естественные энергетические потоки в которых имеют наибольшую величину [4].

В. В. Снакин при оценке устойчивости ландшафтов Московской области к антропогенному воздействию использовал метод квалиметрии (балльных оценок), который позволяет сравнивать различные по природе и единицам измерения параметры, поскольку функционирование ландшафта складывается из множества элементарных процессов, имеющих различную природу. Для этих целей им были выделены наиболее существенные параметры, определяющие функционирование ландшафта, которые анализировались с позиции полноты описания устойчивости ландшафта

к различным антропогенным воздействиям и из них выбирались наиболее важные, не дублирующие друг друга. После этого выявлялся диапазон изменения каждого из этих параметров, который разбивается на определенное число градаций (баллов).

На основании вышеизложенного, а также ввиду разнообразия природных условий, природно-ресурсного потенциала ПТК Ставропольского края, различий в функционировании и продуктивности ландшафтов, их освоенности для оценки современного экологического состояния ландшафта и его устойчивости нами была доработана методика, предложенная А. Г. Исаченко, и использован подход В. В. Снакина для оценки ландшафтов в условиях Ставропольского края.

Для оценки интенсивности промышленной нагрузки на ландшафты водосборных территорий Ставропольского края нами учитывалось отношение годовых выбросов к площади района, что характеризует промышленную нагрузку на ландшафты административных районов Ставропольского края. С учетом исчерпывающего набора рассчитанных показателей промышленной

Таблица 1. Шкала баллов оценивания промышленной нагрузки

1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
0,0–0,0002	0,0002–0,0003	0,0003–0,0004	0,0004–0,0005	> 0,0005

нагрузки на ландшафты муниципальных районов Ставропольского края составлена шкала баллов оценивания (табл. 1).

Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты Ставропольского края было проанализировано по степени сельскохозяйственного изменения территории (по доле сельскохозяйственных угодий и распаханности территорий). С учетом исчерпывающего набора рассчитанных показателей сельскохозяйственной нагрузки на ландшафты муниципальных районов Ставропольского края составлена шкала баллов оценивания (табл. 2).

Таблица 2. **Шкала баллов оценивания сельскохозяйственной нагрузки**

1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
0,01–0,03	0,03–0,05	0,05–0,1	0,1–0,2	> 0,2

Для оценки влияния воздействия автомобильного транспорта на ландшафты Ставропольского края был выбран показатель плотности автодорожной сети района, который характеризуется отношением суммы длин дорог в районе к площади района (км/км<sup>2</sup>). С учетом исчерпывающего набора рассчитанных показателей транспортной нагрузки на ландшафты муниципальных районов Ставропольского края составлена шкала баллов оценивания (табл. 3).

Таблица 3. **Шкала баллов оценивания транспортной нагрузки**

1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
0,0–0,03	0,03–0,05	0,05–0,1	0,1–0,5	>0,5

В связи с тем что неотъемлемой частью функционирования ландшафта являются водные объекты и их экологическое состояние, в методику оценки ландшафта был включен рассчитанный водный стресс. По мнению В.И. Данилова-Данильяна (2006), в связи с крайней неравномерностью распределения водных ресурсов в мире значительная часть стран мира испытывает недостаток воды. В современной науке о воде широко используются термины «водный стресс» (water stress) и «водный кризис» (water crisis). В соответствии со Всемирной программой оценки воды (WWAP) водный стресс определяется как ситуация нехватки воды удовлетворительного качества и количества для обеспечения нужд людей и окружающей среды, а водный кризис – как текущий распространённый и хронический недостаток безопасного и достаточного количества питьевой воды [2].

Водный стресс для территории Ставропольского края был рассчитан нами следующим образом: значение ИЗВ (по данным Министерства природных ресурсов Ставропольского края) для каждого водного объекта на территории муниципального района, согласно установ-

Таблица 4. **Шкала баллов оценивания водного стресса**

1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
0,01–0,05	0,05–0,09	0,1–0,5	0,5–1,0	>1,0

ленным створам СЦГМС; затем с использованием исчерпывающего набора классов качества воды в реках Ставропольского края составлена шкала баллов оценивания

качества воды, где наименьшему значению ИЗВ соответствует наименьший балл (табл. 4).

Подобный подход к оценке устойчивости ландшафтов может быть применен как для административной территории края в целом, так и для отдельных бассейновых территорий рек. Описанный выше метод использован нами для геоэкологической оценки ландшафтов водосборной территории бассейна р. Кумы (Ставропольский край).

Для оценки интенсивности промышленной нагрузки на ландшафты в бассейне р. Кумы нами использована величина суммарных годовых выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников. Отношение годовых выбросов к площади района и характеризует промышленную нагрузку на ландшафты административных районов.

Таблица 5. **Шкала значений комплексной антропогенной нагрузки (АН) на ландшафты Ставропольского края**

1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
0,03–0,04	0,05–0,06	0,07–0,08	0,08–0,1	0,1 и более
Оч. низкая АН	низкая АН	нейтральная АН	средняя АН	высокая АН

Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты в бассейне р. Кумы проанализировано по степени сельскохозяйственного изменения территории (по доле сельскохозяйственных угодий и распаханности территорий).

Для оценки влияния воздействия автомобильного транспорта на ландшафты Ставропольского края был выбран показатель плотности автодорожной сети района, который характеризуется отношением суммы длин дорог в районе к площади района ( $\text{км}/\text{км}^2$ ).

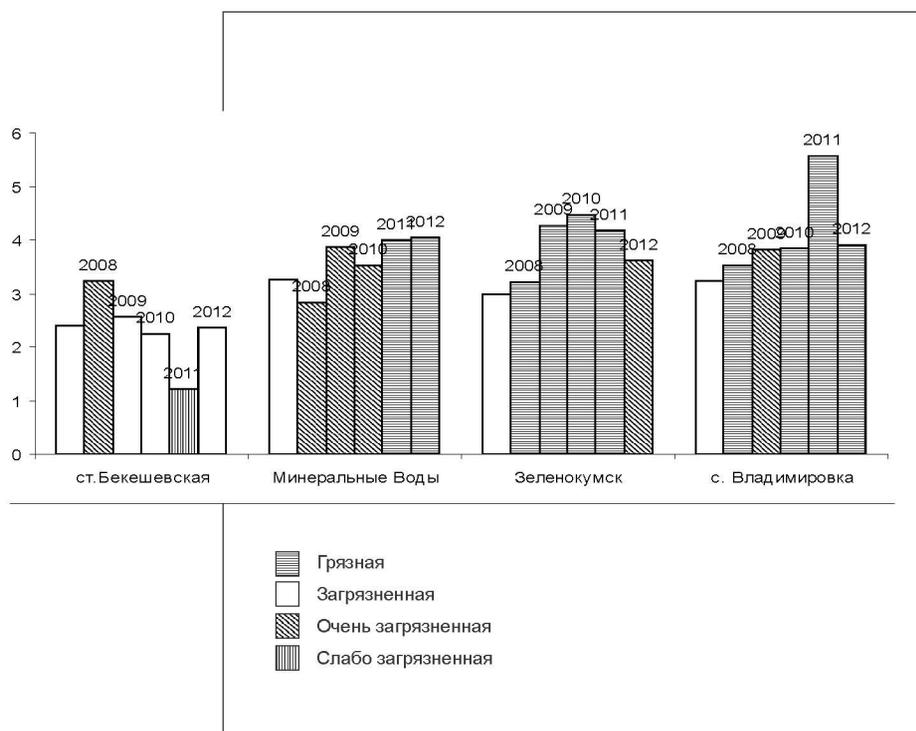
Водный стресс для бассейна р. Кумы на территории Ставропольского края был рассчитан нами следующим образом: с использованием исчерпывающего набора классов качества воды в р. Куме и ее притоках составлена шкала баллов оценивания качества воды, где наименьшему значению ИЗВ соответствует наименьший балл. По результатам данного анализа составлены соответствующие тематические карты. Комплексная антропогенная нагрузка на ландшафты в бассейне р. Кумы на территории Ставропольского края получена суммированием баллов по каждому виду нагрузки. В табл. 5 внесены значения баллов и вид антропогенной нагрузки на ландшафты Ставропольского края.

### *Экспериментальная часть.*

Исследования по изучению гидрохимических особенностей бассейна р. Кумы велись в период с 2007 по 2012 гг., для объективной оценки экологического состояния водоемов данные физико-химического анализа вод скорректированы с учетом данных Росгидромета по СК, согласно установленным гидропостам на р. Куме в следующих точках: в районе ст. Бекешевской, в районе г. Минеральные Воды, в районе г. Зеленокумска, в районе с. Владимировка и на р. Подкумок в районе г. Кисловодска, в районе г. Пятигорска, в районе г. Георгиевска.

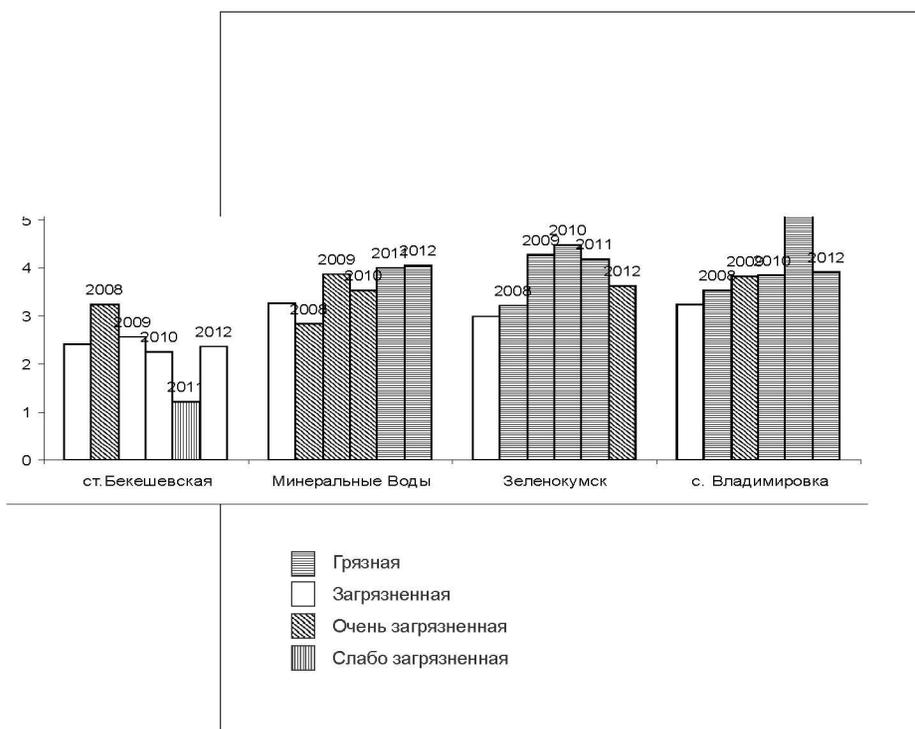
С помощью ИЗВ оценивается степень загрязненности реки по комплексу загрязняющих веществ, устанавливается класс качества воды. Динамика показателей ИЗВ с 2007 по 2012 год показана на рис. 1–2.

Анализ динамики качества воды в регионе КМВ показал, что преобладающим классом качества воды в районе ст. Бекешевской является класс IV – загрязненная, он присвоен водам р. Кумы в 2007, 2009–2010 и в 2011 гг. Здесь наблюдается увеличение среднегодовых концентраций



**Рис. 1.** Динамика изменения качества воды по ИЗВ в бассейне реки Кумы за пятилетний период в регионе КМВ.

по азоту нитритному. В г. Минеральные Воды показатель ИЗВ динамично увеличивает свое значение, и класс качества воды изменяется от загрязненной в 2007 г., очень загрязненной в 2008–2010 гг., до грязной в 2011 и 2012 гг. В указанное время в г. Минеральные Воды отмечается увеличение среднегодовых концентраций по сульфатам и по азоту нитритному. В Зеленокумске класс качества



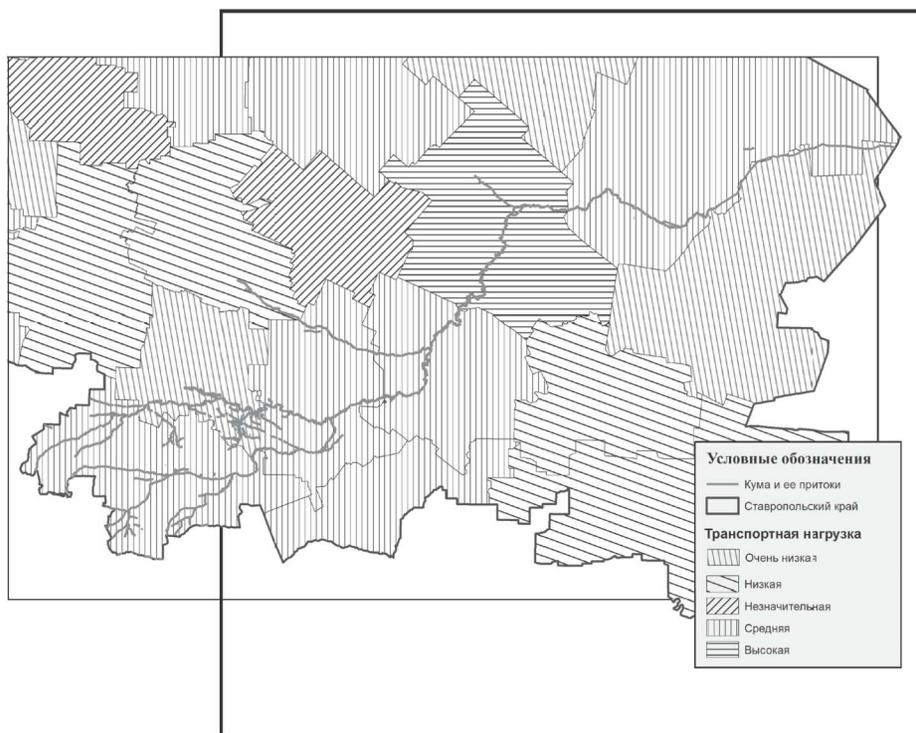
**Рис. 2.** Динамика изменения качества воды по ИЗВ в бассейне реки Кума за пятилетний период в регионе КМВ.

изменяется от загрязненной в 2007 г., грязной в 2008–2011 гг. до очень загрязненной в 2012 г. Значения среднегодовых концентраций увеличивались по азоту нитритному, сульфатам. Так как р. Подкумок является притоком р. Кумы, на рис. 2 изображена диаграмма, показывающая динамику изменения загрязнения р. Подкумок.

Как видно из рис. 2, для г. Кисловодска в 2007, 2008 гг. характерен класс качества «очень загрязненная», в 2009–2011 гг., вода оценивается как «загрязненная», а в 2012 г. показатель ИЗВ снижен, класс качества III – умеренно «загрязненная». В это время здесь наблюдается увеличение среднегодовых концентраций по азоту аммонийному в створе выше города в 2,4 раза, в створе ниже города – в 1,3 раза. В г. Пятигорске в 2007–2009 гг. водам присвоен класс качества VI – «очень грязная», затем произошло снижение показателя класса качества к 2009 г. и преобладающим классом стал класс IV – «загрязненная», он наблюдается с 2009 по 2012 гг. В районе г. Пятигорска в 2007–2009 гг. наблюдается увеличение среднегодовых концентраций по азоту нитритному: в фоновом створе в 1,2 раза – с 0,021 мг/дм<sup>3</sup> до 0,017 мг/дм<sup>3</sup>, в контрольном створе в 1,2 раза – с 0,030 мг/дм<sup>3</sup> до 0,025 мг/дм<sup>3</sup>. В г. Георгиевске в 2007–2009, 2011 гг. вода оценивается классом «очень загрязненная», в 2010 и 2012 гг. для реки характерен класс «грязная». В эти периоды в районе г. Георгиевска прослеживается увеличение среднегодового содержания сульфатов в створе выше города с 115,5 мг/дм<sup>3</sup> до 147,2 мг/дм<sup>3</sup>; в створе ниже города в 1,2 раза – с 138,3 мг/дм<sup>3</sup> до 163,8 мг/дм<sup>3</sup>; азота аммонийного в створе выше города в 3,7 раза – с 0,155 мг/дм<sup>3</sup> до 0,572 мг/дм<sup>3</sup>; в створе ниже города – с 0,171 мг/дм<sup>3</sup> до 0,265 мг/дм<sup>3</sup>.

На основании расчетов, оценивающих влияние хозяйственно-промышленной деятельности в бассейне р. Кумы составлен картографический материал (рис. 3–6). Карта промышленной нагрузки на ландшафты в бассейне р. Кумы изображена на рис. 3.

Карта промышленной нагрузки на ландшафты Ставропольского края показывает, что Левокумский, Буденновский, Советский и Предгорный районы испытывают низкий уровень промышленной нагрузки, в Минераловодском районе уровень промышленной нагрузки высок. Подобная ситуация объясняется тем, что данные для расчета промышленной нагрузки на ландшафты взяты из официальных источников Министерства природных ресурсов Ставропольского края, где учтены только лишь выбросы от стационарных источников воздействия на территории этих районов.



**Рис. 3.** Промышленная нагрузка на ландшафты в бассейне р. Кумы в пределах Ставропольского края

Однако в Буденновском районе с сильнейшей нагрузкой от ОАО «Ставролен», согласно расчетам, промышленная нагрузка низка, в связи с этим расчет промышленной нагрузки требует уточнения и корректировки.

На рис. 4 изображена карта транспортной нагрузки на ландшафты бассейна р. Кумы.

Согласно данным расчета, средний уровень транспортной нагрузки характерен для Левокумского, Совет-

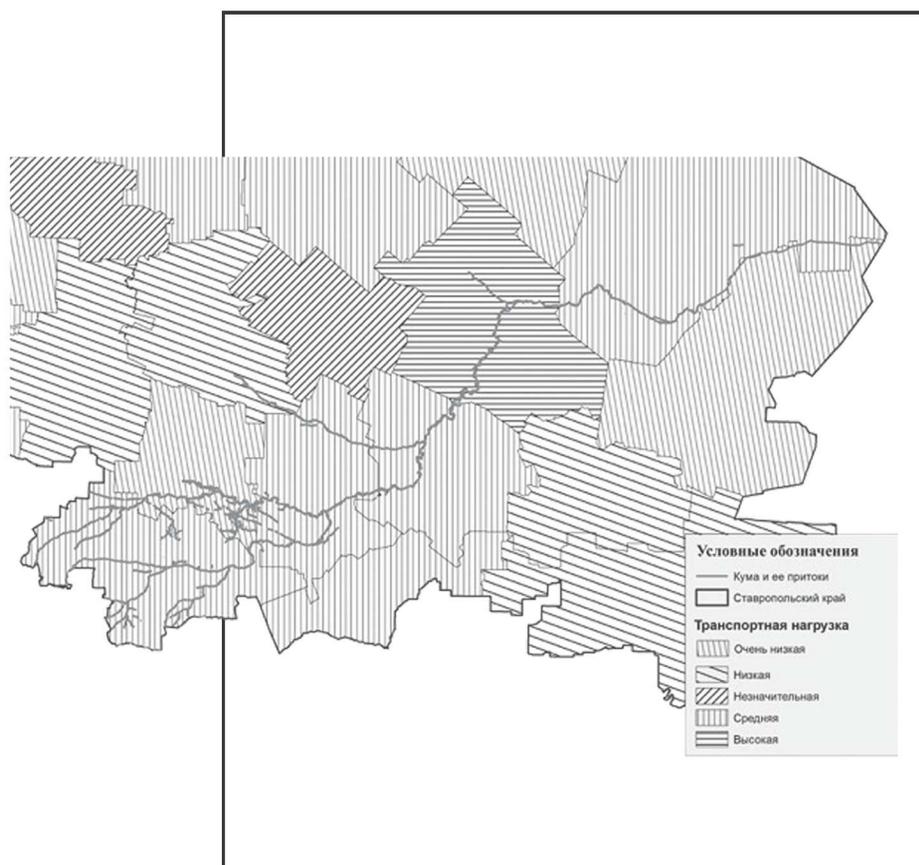


Рис. 4. Транспортная нагрузка на ландшафты бассейна р. Кумы в пределах Ставропольского края.

ского, Георгиевского, Предгорного районов, в Буденновском районе высокий уровень транспортной нагрузки, что обусловлено функционированием в этом районе завода-гиганта ОАО «Ставролен» и в связи с этим – высокой проходимость дорог в Буденновском районе. Особенности транспортной нагрузки на ландшафты в бассейне р. Кумы говорят о незначительном воздействии дорожной сети на ландшафты, что обусловлено учетом только ас-



Рис. 5. Водный стресс в бассейне р. Кумы в пределах Ставропольского края.

фальтопокрытой поверхности, характеризующейся низкой плотностью на территории практически всего края.

На рис. 5 показана ситуация, характеризующая количественный показатель водного стресса в бассейне р. Кумы.

Низкий уровень водного стресса характерен для Левокумского района, средний уровень наблюдается в Буденновском и Минераловодском районах. Это объяс-

няется тем, что большинство предприятий на территории этих районов не имеют соответствующего инженерного обеспечения, и производственные и хозяйственно-бытовые стоки сбрасываются в ближайшие водотоки, в частности большой комплекс птицефабрик, построенный в районе п. Ясная Поляна (ОАО «Подкумское»), п. Золотушка (ОАО «Машук» и ОАО «Ессентукский бройлер»), п. Пятигорский (филиал № 6 ОАО «Заря ОГО») и ст. Незлобной (ОАО ПО «Ставропольские зори плюс»), не имеют соответствующего инженерного обеспечения, и производственные и хозяйственно-бытовые стоки сбрасываются в ближайшие водотоки. В нижнем течении р. Кума испытывает антропогенное воздействие от крупнейшего промышленного предприятия ООО «Ставролен». Сбросы сточных промышленных вод осуществляются в месте впадения в нее р. Буйволы. [6]. В Советском районе – незначительный уровень водного стресса, в Предгорном и Георгиевском районах уровень водного стресса высок. В этих районах в неудовлетворительном санитарно-техническом состоянии находятся объединенные очистные сооружения сточных вод «Мин-Воды – Железноводск». Сооружения функционируют с нарушением технологического регламента. Очистные сооружения сточных вод Кумагорской больницы по-прежнему примитивны. В реки сбрасываются недостаточно очищенные промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Сохраняется значительная часть неканализованного жилого фонда. Ливневые и талые воды городов и населенных пунктов сбрасываются, как правило, без очистки и обеззараживания.

Итогом, проведенного исследования стала карта антропогенной нагрузки на ландшафты в бассейне р. Кумы (рис. 6) с учетом факторов и условий, описанных выше, которые оказывают влияние на покомпонентный состав ландшафтов. Низкий уровень антропогенной нагрузки испытывают ландшафты Левокумского и Советского районов, для этих районов практически все показатели покомпонентной оценки находились на низком уровне. Незначительный уровень антропогенной нагрузки наблюдается в Буденновском районе, для этого района высоким стал показатель водного стресса, все остальные показатели оценок находились на

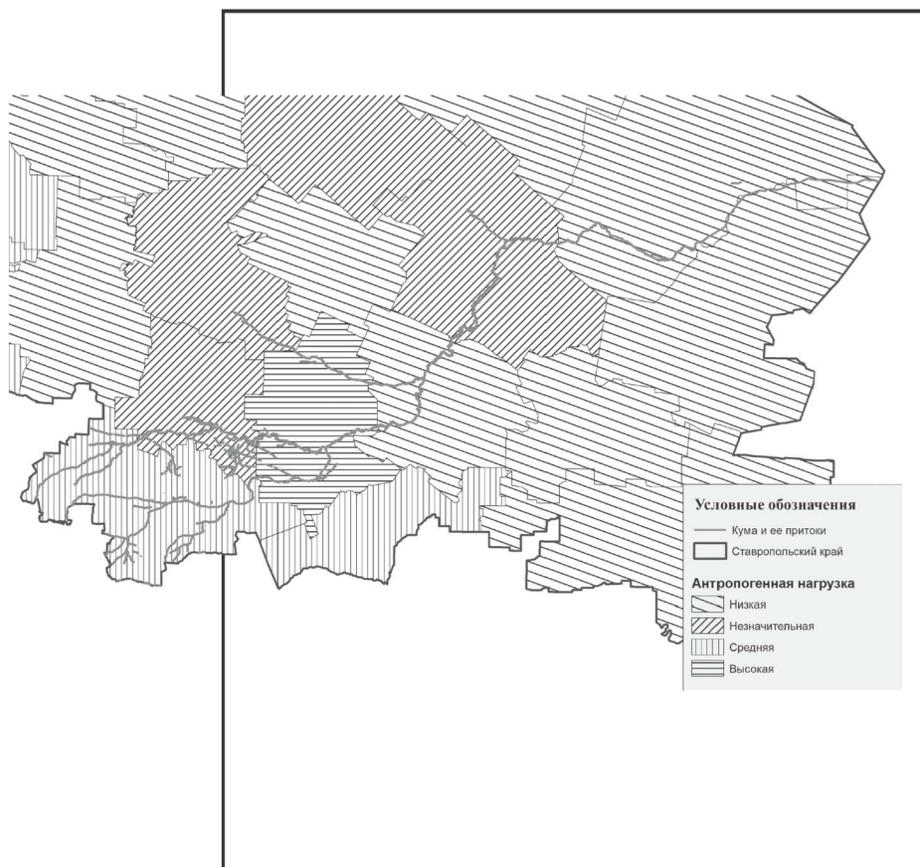


Рис. 6. Антропогенная нагрузка на ландшафты бассейна р. Кумы в пределах Ставропольского края.

среднем и незначительном уровне. Высокий и средний уровень характерен для Минераловодского и Предгорного районов, для этих районов показатели всех видов нагрузок имели высокие значения, что подтверждают и данные Министерства природных ресурсов Ставропольского края, которые свидетельствуют о неблагоприятной экологической обстановке на этих территориях.

Таким образом, предложенная методика комплексной оценки антропогенной нагрузки на ландшафты отдельных муниципальных районов Ставропольского края показывает необходимость индивидуального подхода к определенной территории. Для оценки антропогенной нагрузки на ландшафты необходимо создание и ведение банка всех данных, а также визуализация обобщенной информации с использованием ГИС-систем. Проведенное картографирование полученных оценок для каждой из важнейших составляющих суммарной антропогенной нагрузки на ландшафты бассейна р. Кумы имеет особую практическую значимость для принятия решений органами законодательной власти в области охраны окружающей среды по установлению нормативных значений антропогенной нагрузки на природные комплексы отдельных административных районов Ставропольского края.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бегдай И.В., Блужина А.С. Геоэкологическая оценка бассейновой территории р. Кума на территории Ставропольского края // 21 век: фундаментальная наука и технологии. Материалы VII международной научно-практической конференции. North Charleston, SC, US, 2015. С. 50-54.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука. 2006. 221 с.
3. Диденко П.А. Балльная оценка природного потенциала ландшафтов (на примере степной провинции Ставропольской возвышенности) //Наука. Инновации. Технологии. 2013. №1. С. 124-129.
4. Дорош Е.Ю. Особенности ландшафтов и их влияние на антропогенную деятельность // ВЕСТНИК АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2009. №1-2. С.13.
5. Снакин В.В. Оценка состояния и развития ландшафтов Московской области – важное звено управленческого решения// Инновации Подмосковья. 2008. №4 (6). С. 6–11.
6. Шальнев В.А. Проблемы взаимодействия природы и общества: взгляд географа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. 110 с.
7. Шальнев В.А. Ландшафты Ставропольского края. СГПУ, 1995. 52 с.