

УДК 504.4.054 (282.247.37)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ПОНУРА

Мамась Н.Н.

*Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар,
e-mail: natamamas@mail.ru*

Сегодня в степной зоне Краснодарского края формируется свой гидрологический режим. Это вполне приемлемо при возделывании сельскохозяйственной продукции в условиях Южного федерального округа. В степной зоне Краснодарского края сформирован равнинный рельеф с понижениями к водосборной площади рек. В поймах речных ландшафтов сегодня выращивают овощи, бахчевые, кукурузу, эта территория приспособлена под сельскохозяйственные агроценозы. Рассматриваемая река Понура проложила путь себе через Динской и Калининский районы Краснодарского края. Берега у Понуры пологие, а ландшафт долины реки имеет равнинно-степной вид. Профиль реки имеет трапециевидную форму, некоторые участки реки заилены и малопроточны. Понура содержит много органики, на что невозможно не обратить внимание. Органическое вещество также есть в воде или в донных отложениях. Наличие органики в донных отложениях может служить признаком активности биологических процессов в реке. Развитие пышной растительности по берегам Понуры способствует увеличению содержания органического вещества, что связано с развитием микроорганизмов и впоследствии мы наблюдаем цветение воды. Собрав донные отложения, проведено биотестирование. Высаживалась пшеница, и ее чувствительность к токсичным загрязняющим веществам позволила сделать вывод о возможности применения органического вещества со дна р. Понуры для увеличения гумуса в почве. Результаты процентного содержания органического вещества в донных отложениях представлены в полном объеме. В течение года количество органики может терпеть определенные колебания. Было отмечено, что пробы ила в феврале накопили 1,69%, а в августе количество органического вещества возросло до 3,19%. Возможно, это связано с активностью процессов, которые способствуют росту растений и микроорганизмов в летний период. Так как р. Понура имеет спокойное течение, то и накопление органического вещества происходит интенсивнее.

Ключевые слова: река Понура, органическое вещество, ил, донные отложения

RESEARCH OF THE CONTENT OF ORGANIC MATTER IN BOTTOM SEDIMENTS ON THE EXAMPLE OF THE PONURA RIVER

Mamas N.N.

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, e-mail: natamamas@mail.ru

Today in the steppe zone of the Krasnodar Territory, its own hydrological regime is being formed. This is quite acceptable for the cultivation of agricultural products in the conditions of the southern federal district. In the steppe zone of the Krasnodar Territory, a flat relief is formed with depressions to the catchment area of the rivers. Vegetables, cucurbits and corn are grown today in floodplains of river landscapes; this territory is adapted for agricultural agrocenoses. The Ponura River in question paved its way through the Dinskaya and Kalininsky districts of the Krasnodar Territory. The banks near Ponura are gentle, and the landscape of the river valley has a plain-steppe appearance. The river profile has a trapezoidal shape, some sections of the river are silty and low flow. Ponura contains a lot of organic matter, which cannot be ignored. Organic matter is also found in water or in bottom sediments. The presence of organic matter in the bottom sediments may serve as a sign of the activity of biological processes in the river. The development of lush vegetation along the banks of the Ponura contributes to an increase in the content of organic matter, which is associated with the development of microorganisms and subsequently lead to the flowering of water. After collecting bottom sediments, a bioassay was carried out. Wheat was planted and its sensitivity to toxic pollutants allowed to conclude that it is possible to use organic matter from the bottom of the Ponura River to increase humus in the soil. The percentage results of organic matter in bottom sediments are presented in full. During the year, the amount of organics can endure certain fluctuations. It was noted that sludge samples in February accumulated 1.69%, and in August the amount of organic matter increased to 3.19%. Perhaps this is due to the activity of processes that contribute to the growth of plants and microorganisms in the summer. Since the Ponur River has a calm flow, the accumulation of organic matter is more intense.

Keywords: Ponura river, organic matter, silt, bottom sediments

Сегодня орошается в степной зоне Краснодарского края площадь около нескольких сотен или даже около тысячи гектаров. Здесь формируется свой гидрологический режим. Это вполне приемлемо при возделывании сельскохозяйственной продукции в условиях Южного федерального округа. В степной зоне Краснодарского края сформирован равнинный рельеф с понижениями

к водосборной площади рек [1]. В поймах речных ландшафтов сегодня выращивают овощи, бахчевые, кукурузу, эта территория приспособлена под сельскохозяйственные агроценозы. Рассматриваемая река Понура проложила путь себе через Динской и Калининский районы Краснодарского края. Берега у Понуры пологие, а ландшафт долины реки имеет равнинно-степной вид [2]. Про-

филь реки имеет трапециевидную форму, некоторые участки реки заилены и малопроточны. Понура содержит много органики, на что невозможно не обратить внимание. Количество растворённого кислорода снижается, а расходуется он постепенно, одновременно с изменением площади водного зеркала [3]. Органическое вещество также присутствует в воде или в донных отложениях. Содержание органики в донных отложениях в реке служит признаком активности биологических процессов. Развитие пышной растительности по берегам Понурсы способствует увеличению содержания органического вещества, что связано с ростом и отмиранием растений, развитием микроорганизмов, и впоследствии мы наблюдаем цветение воды. Собрав донные отложения, проведено биотестирование. Высаживалась пшеница, и ее чувствительность к токсичным загрязняющим веществам позволила сделать вывод о возможности применения органического вещества со дна р. Понура для увеличения гумуса в почве.

Далее нас заинтересовали колебания органики в течении года. Различия отмечались по сезонам. Так разница между февралём и августом составила 2% в сторону увеличения в тёплый период времени. Возможно, это связано с усилением процессов, которые способствуют росту растений и микроорганизмов в летний период. Так как р. Понура имеет спокойное течение, то и накопление органического вещества происходит интенсивно [4].

Наши исследования осуществлялись на реке, что является замечательным примером для демонстрации аккумуляции органического вещества в степной зоне Кубанских равнин. Понура относится к степным рекам Краснодарского края. Она протекает в Динском и Калининском районах Краснодарского края. Её исток в точке слияния рек первая Понура и вторая Понура, на расстоянии 4 км к западу от станицы Динской. У обеих рек родниковое питание. Питание у реки атмосферное и частично грунтовое. Переменный водный режим. Уровни воды и расходы ее изменяются по сезонам года. На берегах реки располагаются такие станицы, как Новотитаровская, Нововеличковская, Бойкопонура, Старовеличковская, Калининская. После станицы Калининской река впадает в канал, попадающий в лиман Понурский, из которого вытекает река Крутой Ерик. Балки Осечки и Найдорфская и ещё около 15 мелких притоков входят в бассейн реки. Водосбор в бассейне

реки Понура составляет 1196 км², и большая часть площади поймы приходится на равнину. По всей длине реки, составляющей 97 км, насчитываются 74 дамбы и построен 61 пруд. Это сказывается на функционировании реки. Вся площадь водной поверхности реки Понура, составляющая 35 546 тыс. м², имеет незначительную скорость течения, а в тихих заводях течение практически отсутствует [3]. Особенности почвенно-растительного покрова связывают с рельефом. В центральной части поймы распространяются богатые разнотравьем луга и дубравы. Заболоченные переувлажненные комплексы находятся в замкнутых понижениях. Хозяйственная деятельность в пойме реки Понура влечёт за собой нарушение экологических условий в речной долине. Возможно, следствием этого является обмеление, заиление реки, усыхание и исчезновение дубрав, изменение естественных луговых сообществ. Равнинно-степной ландшафт долины реки имеет пологие склоны. По поперечному профилю долина реки широкая, и у нее трапециевидная форма с прямыми или выпуклыми пологими склонами. Пологие склоны береговой зоны сложены глинами с прослойками легких суглинков, а в нижней части склоны представлены только глинами [4]. Подобного типа реки имеют неглубокие, симметричные долины, слабо разработанные в верховьях и заметно расширяющиеся к середине, а их наибольшая ширина отмечается в нижнем течении. Берега р. Понура слабо выраженные, ширина русла изменяется от 5–30 м в верховьях до 60–100 м в среднем течении и 15–200 м в низовьях. Коэффициент извилистости составляет 1,0–1,07. У реки небольшие гидравлические уклоны, она обладает спокойным течением (максимальные скорости 0,6–0,8 м/с). Бассейн р. Понура изрезан долинами ее притоков, балками, оврагами, иногда осложняется влажными котловинами (болотами), особенно в нижней части реки.

Образование речной поймы р. Понура Краснодарского края связано с развитием в русле аккумулятивных скоплений наносов. Так, например, в ст. Незамаевской на берегу р. Ея почва сероватая с примесью песчаных и илистых частиц, которые принесены потоком, и при изменении горизонта воды от паводка (половодья) к межени отдельные части прирусловых отмелей выходят из-под воды, а затем постепенно закрепляются естественной растительностью. Такие же характерные участки были сформированы в точке разме-

щения створа у ст. Каниболотская – Красный Поселок, где правый берег реки Ея размывается и приподнят над уровнем воды на высоту около полуметра [4].

В настоящее время актуальной и серьезной проблемой является заиливание водоемов. Любое водохранилище является не только хранилищем воды для системы питьевого водоснабжения, но и самым эффективным накопителем ила, состав которого определяется качеством хозяйственной деятельности на территории водосбора. Вымывание органического вещества с агро-систем в пойме происходит за счет ведения активной хозяйственной деятельности. Впоследствии в верхнем слое сапропеля может концентрироваться и накапливаться вымытая органика [5]. Накоплению в донных отложениях и оседанию на дно загрязняющих веществ способствует интенсивное преобразование берегов [6]. Совместно с органическими отходами речные илы могут образовывать органоминеральные компосты. Такие органоминеральные смеси оказывают огромную роль в улучшении как физических (структурообразование, создание благоприятных водных и воздушных режимов), так и химических свойств (сохранение и повышение содержание органического вещества, обогащение элементами минерального питания) почвы. На кафедре общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета ведутся исследования по установлению химико-биологических связей между почвой и различными видами отходов и их смесей. Органическое вещество – это источник энергии, который представляет собой сочетание отмирающих микроорганизмов, мхов, лишайников, животных и зеленых растений, находящихся на различных стадиях разложения. Накопление этих почвенных органических частиц, называемых гумусом, на 85–90% представлено гумусовыми веществами (фульвокислоты, гуминовые кислоты и гумин), на 50–60% это углерод, 30–45% кислород и 2,5–5% азот и минимальное количество серы, фосфора и других элементов [7]. Накопление органики в донных отложениях – это важнейший фактор, который может влиять на качество водоёма, а также имеющий определяющее значение при применении ила во время очистки реки. Цель нашей работы – определить содержание органического вещества в донных отложениях на примере реки Понура.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели осуществлялся отбор проб верхнего слоя донных отложений р. Понура в станице Калининской. Отбор донных отложений проводился согласно ГОСТ 17.1.5.01–80, на глубине 5 см. После этого пробы помещались в герметичную тару для дальнейшей транспортировки в ООО «Калининская лаборатория № 1». Метод Тюрина в модификации ЦИНАО, в соответствии с ГОСТ 26213-91, предусматривает окисление органического вещества раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте и последующим определением трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества, на фотоэлектрокалориметре.

Для того чтобы провести анализ, мы растёрли в фарфоровой ступке 3–5 г сухих донных отложений. В анализе используется хромовая смесь, раствор соли Мора, а также щелочной раствор натрия сернистокислого.

Для определения содержания органического вещества были подготовлены пробирки, установленные в штативе с пробкой, содержащей исследуемые донные отложения. Добавив 10 см³ хромовой смеси и перемешивая стеклянной палочкой, пробирки ставили на водяную баню с кипящей водой на 1 ч, а после этого на водяную баню с холодной водой для охлаждения. После охлаждения пробирок прибавили 40 см³ дистиллированной воды и тщательно перемешали, при этом некоторое незначительное продолжение времени выдержали для осаждения на дно мелких твердых частиц.

Пробу донных отложений поместили в кювету, толщина стенок у которой составляет 1–2 см и сопоставили с особым нормативным раствором и в итоге рассчитали массовую долю с помощью фотометрирования. Полученные результаты анализа обрабатывались в программе Excel. Полученные результаты для каждого исследуемого образца отразили закономерность в распределении количества органического вещества на правом берегу р. Понура в станице Калининской.

Органическое вещество в иле, скопившемся на дне реки, способны быть показателями активности биологических процессов в этом водоёме. А также такой коэффициент устанавливает значимость илистых накоплений для применения в аграрном хозяйстве, например как компонент сложного компоста. Сегодня этот слой органики используется в лечебных целях для борьбы с «почесухой», многие ландшафтные дизай-

неры используют в озеленении компосты на основе речных отложений и самый распространённый способ – ему нашли применение дачники, которые успешно увеличивают количество гумуса на своём огороде.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью определения содержания органического вещества, для достижения установленной цели, нами были выбраны пробные площадки на правом берегу р. Понура, отобраны девять проб донных отложений, т.е. по три повторности в каждом створе. Створ реки представляет собой условную вертикальную плоскость, проходящую перпендикулярно течению, через две точки берега. Отбор проб проводился согласно ГОСТ 17.1.5.01–80. Дистанция между тремя створами, размещенными на участке р. Понура, составила километр. Пойма первого и второго створа характеризуется луговым степным ландшафтом, где часто пасутся домашние животные, спускаясь к реке на водопой. Здесь отчётливо видно зарастание водоёма рогозом и камышом. Заросли этих гигрофитов заходят на берег на расстояние от 0,5 м до 1 м. Область зарастания на первой пробной площадке составляет приблизительно 120 м². Общее проективное покрытие (ОПП) травянистой растительности на первой пробной площадке достигало около 50%.

Второй створ приходится на огород, который на 1⁰–2⁰ имеет уклон к реке и, в соответствии с этим, вода из реки используется для полива овощей и по уклону тонкодисперсные частицы почвы попадают в водоём, способствуя его заилению. Площадь зарастания на второй пробной площадке составляет около 50 м². ОПП травянистой растительности на второй пробной площадке является 100%.

Третий створ выбран на расстоянии 950 м ниже по течению от второго створа и на расстоянии 2 км от первого створа. Пойменная территория занята с агроландшафтом. Поля в период изучения обрабатываются техникой после уборки урожая, там выращивались зерновые. Отобрав илы с глубины 10 см, проанализировали в ООО «Калининская лаборатория № 1», а результаты были таковыми: из трёх створов по три повторности получилось 9 проб донных отложений. Органическое вещество в первом створе в центре станицы, на берегу реки Понура во всех пробах ила было 1,8%, 2,4% и 2,5% органики. Выше по те-

чению, во втором створе, количество органики составляло 2,1; 2,3 и 2,6%. Это места, где часто пасутся домашние животные, спускаясь к реке на водопой. За населённым пунктом, на расстоянии 1000 м от первого створа, ниже по течению, количество органического вещества увеличивалось на 0,9% по отношению к результатам отбора в центре станицы Калининской и достигало 2,7%, 3,3% и 3,4% соответственно.

Органические вещества состоят из помертных и прижизненных выделений гидробионтов; поступлений с атмосферными осадками, с поверхностным стоком в результате взаимодействия атмосферных вод с почвами и растительным покровом на поверхности водосбора; поступлений с хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами. Попадая в водную среду, они подвергаются действию микроорганизмов, в первую очередь аэробных бактерий. Если концентрация органических веществ ниже определенного, предельного уровня, то происходит восстановление природного режима рек. Но как только концентрация загрязняющих веществ становится слишком высокой, их распад приводит к полному исчезновению кислорода, что пагубным образом отражается на множестве обитающих в водоемах живых существ, в первую очередь – на рыбах. В результате распада органических веществ образуются разнообразные продукты, среди них целый ряд веществ, содержащих амины, вызывающих загнивание вод, в отсутствие кислорода в воде развиваются восстановительные процессы, в частности сульфаты восстанавливаются до сероводорода. Этот процесс протекает при бактериальном разложении и биохимическом окислении органических веществ естественного происхождения, и веществ, поступающих в водоём со сточными водами. Для многих гидробионтов сероводород смертелен даже в малых концентрациях. Образование больших количеств этого газа может вызвать заморы рыб. Наличие сероводорода в водах служит показателем сильного загрязнения водоема органическими веществами [2].

Позже мы задумались о различии в количестве процентного содержания органики по сезонам года. Относительно времени года была обнаружена разница в содержании органического вещества. Аккумуляция в донных отложениях органического вещества составляет в центральной части станицы от 2,4% в мае и достигает максимума в августе, когда концентрация его увеличивается

до 3,19%, а затем снижается до минимума в феврале и составляет 1,69%. По всей видимости, увеличение содержания органического вещества в донных отложениях в теплые месяцы связано с активно развивающимися биологическими процессами: ростом и отмиранием растений, развитием микроорганизмов, цветением воды.

Далее нами рассчитывался объём ила на берегу. Было замечено, что объём ила изменяется от 1,3 до 2,7 м³ на пробных площадках вдоль берега. На первой пробной площадке средняя высота слоя ила составила 11,7 см, а объём ила на исследуемой площади достигал 2,3 м³. На второй опытной площадке отмечена мощность слоя 6,7 см, объём ила составил всего 1,3 м³, а на третьей пробной площадке зафиксированы максимальные значения, толщина ила составила в среднем 13,7 см, а объём был наибольшим и зафиксирован на отметке 2,7 м³. Речной ил можно использовать как органическое удобрение в сельском хозяйстве, ведь в нем имеется высокое содержание фосфора, а низкое количество азота и калия. Он оказывает положительное действие на почвы, улучшая их механическую структуру, аэрацию, влагоудерживающую и влагопоглотельную способность, а также поможет активировать почвенные процессы, благодаря появлению исчезающего в черноземах гумуса. Благодаря наличию органики в речном иле им можно заменить навоз КРС, внося ил на поля в сельском хозяйстве. Чтобы применить органику, накопившуюся на дне реки, необходимо уверенно заявить о низкой токсичности. Токсичность – свойство, которое способно оказывать вредное действие на организм, проявляющееся в нарушении его физиологических функций, способное привести к интоксикации организма, а при тяжелых формах возможен летальный исход.

Нами был применен метод биотестирования, для этого в течение трех дней к зернам, находящимся в плоском лабораторном цилиндрическом сосуде добавлялось по 10 мл вытяжки из ила, а в контроль обычная вода. Оставили чашки с зёрнами на теневой стороне в лаборатории и следили, чтобы количество влаги было достаточным для завершения опыта по биотестированию. Зерна набухли уже на следующий день, а спустя несколько дней проводились измерения длины главного корня. Внешне ростки пшеницы в чашках с водной вытяжкой из ила были выше на 1,0–1,5 см. Проведенный нами опыт показал, что всхожесть пшеницы в водной вытяжке из ила хорошая. Опытные образцы пшеницы имеют отличную реакцию на токсические свойства и, значит, можно сделать вывод о низкой токсичности и возможности использования органики на дне реки. Результаты занесены в табл. 1.

При обработке полученных результатов мы применяли формулу (*) для расчета среднего арифметического показателя:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}. \quad (*)$$

Сумма значений всех вариантов, относительно к числу вариантов имеет смысл, так как полученные данные качественно однородны. Всхожесть пшеницы составила в среднем 90% во всех вариантах опыта. Показатели длины главного корня также были выше в вариантах с илом, самый длинный корень 11,2 см, а в контроле оказался самый маленький корень, всего 0,7 см. Следовательно, вещества, находящиеся в донных отложениях, благоприятно влияют на всхожесть пшеницы. Результаты опыта с проростками пшеницы оказались положительными.

Таблица 1

Биотестирование на примере зерновых

вариант	Всхожесть, %			Длина главного корня, см		
	повторность			повторность		
	1	2	3	1	2	3
1	80,0	90,0	90,0	4,8	6,9	3,4
2	90,0	80,0	90,0	5,5	5,3	5,2
3	90,0	100,0	90,0	5,5	4,9	4,4
контроль	90,0	80,0	100,0	1,9	4,4	3,6
Среднее	87,5 ± 2,5	87,5 ± 4,7	92,5 ± 2,5	4,42 ± 0,85	5,38 ± 0,54	4,15 ± 0,42
Стандартное отклонение	5,0	9,6	4,0	1,7	1,1	0,8
Дисперсия выборки	25,0	92,0	25,0	2,9	1,2	0,7

При оценке плодородия почвы и эффективности применения органических удобрений с донными отложениями лучше всего использовать культурные растения, так как они являются надежными индикаторами. Проведенный анализ исследуемого образца почвы, в которую вносился компост, показал заметное повышение содержания органического вещества в вариантах с внесением в почву органической части твердых бытовых (коммунальных) отходов в соотношении 1:1 и внесением в почву сложного компоста из органической части твердых бытовых (коммунальных) отходов и речного ила в пропорции 1:1:1 (табл. 2).

Таблица 2
Влияние компоста на содержание органического вещества, %

Вариант	Содержание органического вещества, %
Почва (контроль)	4,12
Почва и органические отходы (1:1)	4,26
Почва, органические отходы и речной ил (1:1:1)	4,60

Повышение в почве органики обусловлено поступлением её с речным илом и органическими отходами. Значение рН при этом менялось в диапазоне 6,8–7,3.

При наблюдении за развитием растений отмечено, что цвет листьев имел равномерную интенсивную зеленую окраску без бледно-зеленых пятен, что может свидетельствовать о достаточном питании растений.

Выводы

Таким образом, из всех проанализированных образцов ила самым высоким было значение 3,19%. Отбор проб пришелся на летний августовский месяц. Самое маленькое значение органического вещества (2,21 %) мы зафиксировали зимой в феврале 2017 г. Исследования проводились в станице Калининской. Для сравнения нами были выбраны пробные площадки не только в населенном пункте, но и в прибрежной зоне макроландшафта, за станицей, выше и ниже по течению, в местах разного использования берегов. Накопление органики сильно не отличалось и изменялось в пределах 1,98% и до 4,14%. Вероятнее всего, это связано с активностью процессов, которые способствуют росту растений и размножению микроорганизмов, особенно в летний период. Из-за того, что р. Понура не отличается быстрым течением накопление органического

вещества происходит интенсивнее. Проведя исследования по токсичности, мы обратили внимание, что всходы пшеницы очень чувствительны к токсическим веществам, которые могут содержаться в донных отложениях, поэтому, проводя биотестирование, отметили, что вытяжка из ила и органическое вещество в донных наносах положительно влияют на всхожесть пшеницы, а значит, не являются токсичными, что позволит применять органику, накопившуюся на дне реки.

Список литературы / References

1. Суслов О.Н. Степные реки Краснодарского края. Краснодар: КубГАУ, 2015. 256 с.
Suslov O.N. Prairie River in the Krasnodar region. Krasnodar: KubGAU, 2015. 256 p. (in Russian)
2. Волошина Г.В. Экологическое состояние бассейна реки Понура и предложения по улучшению его функционирования: дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2007. 184 с.
Voloshin G.V. Ponura river basin ecological status and proposals to improve its functioning: dis. ... kand. biol. nauk. Krasnodar, 2007. 184 p. (in Russian).
3. Анастасьева И.В., Соловьева И.А., Коломоец П.П. Берегоукрепление реки Нальчик в Кабардино-Балкарии // Экология речных ландшафтов. Сборник статей по материалам II Международной научной конференции (г. Краснодар 7 декабря 2017г). Краснодар: Изд. КубГАУ, 2018. С. 12–16.
Anastasyeva I.V., Solovyova I.A., Kolomoets P.P. Bank protection of the Nalchik River in Kabardino-Balkaria // *Ekologiya rechnykh landshaftov. Sbornik statey po materialam II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Krasnodar 7 dekabrya 2017 g).* Krasnodar: Izd. KubGAU, 2018. P. 12–16 (in Russian).
4. Нагалецкий Ю.Я., Юрченко Н.В. Гидрографическая сеть степных рек Азово-Кубанской равнины // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XV Межреспубликанской научно-практической конференции. Краснодар, 2002. С. 127–131.
Nagalevskiy Yu.Ya., Yurchenko N.V. Hydrographic network of the steppe rivers of the Azov-Kuban Plain // *Aktual'nyye voprosy ekologii i okhrany prirody ekosistem yuzhnykh regionov Rossii i sopredel'nykh territoriy: materialy XV Mezhrespublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* Krasnodar, 2002. P. 127–131 (in Russian).
5. Мамась Н.Н. Особенности формирования пойм степных рек Краснодарского края // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2011. Т. 7. № 2. P. 72–83.
Mamas N.N. Specifics of floodplain formation of steppe rivers in Krasnodar territory // *Ekologicheskiy Vestnik Severnogo Kavkaza.* 2011. T. 7. № 2. P. 72–83 (in Russian).
6. Кузнецов Е.В., Папенко И.Н., Звонков Н.К., Яшенко К.В. Исследование зимне-весеннего водно-речурсного потенциала на водосборах рек Краснодарского края в 2017 году // Труды кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 65. С. 151–156. DOI: 10.21515/1999-1703-65-151-156.
Kuznetsov Ye.V., Papenko I.N., Zvonkov N.K., Yashchenko K.V. Investigation of the winter-spring water-resource potential at the water-gatherings of the rivers of the Krasnodar Territory in 2017 // *Trudy kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2017. № 65. P. 151–156 (in Russian).
7. Мамась Н.Н. Прибрежно-водные экосистемы равнинной территории Краснодарского края // Научный аспект. 2015. Т. 2. № 1. С. 180–182.
Mamas N.N. Coastal-water ecosystems of the plain territory of the Krasnodar Territory // *Nauchnyy aspekt.* 2015. T. 2. № 1. P. 180–182 (in Russian).