

На правах рукописи



Волошина Галина Викторовна



003058122

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
БАССЕЙНА РЕКИ ПОНУРА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ
ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

03 00 16 – Экология

Авторферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Краснодар – 2007

Работа выполнена на кафедре общей биологии и экологии
Кубанского государственного аграрного университета в 2004-2007 гг

Научный руководитель

доктор биологических наук,
профессор И С Белюченко

Официальные оппоненты

доктор биологических наук,
профессор Д С Дзыбов

кандидат биологических наук
Чернышева Н В

Ведущее предприятие

Кубанский государственный
университет

Защита состоится 17 мая 2007 г в ____ часов на заседании
Диссертационного Совета Д 220 038 05 Кубанского государственного
аграрного университета по адресу 350044, г Краснодар, ул Калинина, 13

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского
государственного аграрного университета по адресу (350044, г Краснодар,
ул Калинина, 13), а с авторефератом - на сайте [http //www kubagro ru](http://www.kubagro.ru)

Автореферат разослан ____ апреля 2007 г

Ученый секретарь
диссертационного совета



А Ф Кудинова

I. Общая характеристика работы

Актуальность работы Проблема чистой воды и охраны водных экосистем становятся все более значимыми по мере усиления воздействия человека на природу (Константинов, 1983, Эдельштейн 1989 и др.) Малые реки являются важным звеном ландшафтных систем, поскольку выполняют функции регулятора их водного режима, обеспечивают перераспределение влаги, определяют гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных бассейнов и т.д. (Фильчагов, 1989). В последние десятилетия, когда резко возросли масштабы хозяйственной деятельности человека и усилилось его влияние на природные условия, вопросы сохранения и рационального использования малых рек встали особенно остро. Малые реки являются начальными звеньями крупных водных систем и последствия отрицательного влияния хозяйственной деятельности человека на них проявляются раньше и резче (Вендров и др., 1981, Белюченко, 1999, 2005). Серьезная экологическая проблема сложилась в бассейнах степных рек Кубани, однако они изучены мало и сведения о состоянии многих из них весьма фрагментарны. Особенно мало изученным оказался бассейн реки Понура, что и обусловило выбор нами темы исследований.

Цель и задачи работы Целью настоящей работы является изучение современного экологического состояния бассейна реки Понура и разработка мероприятий по улучшению его функционирования.

Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

- 1) определено экологическое состояние почв, поверхностных вод и донных отложений реки,
- 2) изучена микрофлора и мезофауна бассейна реки,
- 3) изучена растительность бассейна реки,
- 4) дана общая экологическая оценка состояния бассейна реки и выделены зоны с серьезными антропогенными нагрузками,
- 5) предложены мероприятия по улучшению экологического состояния и функционирования систем бассейна реки.

Научная новизна работы На примере бассейна реки Понура проведена комплексная экологическая оценка состояния ее основных систем и выявлены негативные процессы в ее современном развитии: деградация почвенного и растительного покрова, заиление основного

русла, загрязнение пойменных почв, воды и донных отложений, установлены причины весьма заметного снижения ее биологической активности

Практическая значимость работы Результаты исследований позволяют комплексно оценить состояние бассейна реки и предложить мероприятия по улучшению его функционирования

Выносимые на защиту положения 1 Реализована на практике методика комплексной оценки состояния бассейна степной реки 2 Выделена роль человека в разрушении ландшафтных систем степной реки 3 Определены возможности биологической очистки степной реки

Апробация работы Результаты исследований докладывались на научных конференциях научно-исследовательского института прикладной и экспериментальной экологии и кафедры общей биологии и экологии Кубанского госагроуниверситета (2004-2007 гг) и на Международной конференции по проблемам речных систем в г. Владимире (2005 г)

Публикации По теме диссертации опубликовано 4 научные работы

Структура и объем диссертации Диссертация состоит из введения, трех глав, вывода, списка литературы и приложения, изложена на 184 страницах машинописного текста, включает 52 таблицы и 55 рисунков. Список использованной литературы включает 200 наименований, из них 10 на иностранных языках

2. Природно-климатические условия и методика исследований

2.1 Природно-климатические условия бассейна Бассейн реки Понура расположен в зоне умеренно-континентального климата. Среднегодовая температура воздуха составляет около 10°C, средняя температура наиболее холодного месяца (января) – 1,8°C, а самого теплого (июля) – +23,1°C, продолжительность безморозного периода 244-268 дней. Зима умеренно мягкая с неустойчивым снежным покровом и только в 2006 году были отмечены аномально низкие температуры. Осадки выпадают в виде дождя и мокрого снега, в среднем выпадает 500-600 мм в год.

2.2 Методические аспекты исследований Исследования бассейна реки Понура проводились в период 2004-2007 гг. Материалом для исследований служили образцы почв, поверхностных вод, донных отложений и растений. За все годы исследований было проанализировано 200 проб почвы, 75 проб поверхностных вод, 60 проб донных отложений и 200 образцов растений бассейна. Оценка экологического состояния реки

Понура осуществлялась методами экспедиционных обследований с отбором проб воды, донных отложений и почвы с шагом 5 км от истока к устью. Смешанные пробы пойменной почвы (0-20 см) отбирались на расстоянии 5 и 50 метров от уреза воды. Для оценки состояния почв водосборной площади были заложены поперечные линейные трансекты с расстоянием между ними 200 м в верхней, средней и нижней зонах бассейна отбор проб осуществлялся с шагом 1 км от уреза воды до правой и левой границы водораздела. Пробы на все виды исследований отбирались в соответствии с существующими ГОСТами. Микробиологический анализ почвенных и водных образцов и донных отложений осуществлялся методом посева на общепринятые питательные среды, определялась численность следующих таксономических групп микроорганизмов: бактерий, актиномицетов, дрожжей, микроскопических грибов. Идентификация культур проводилась общепринятыми методами (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 1984, Определитель бактерий Берджи, 1997). Идентификацию микромицетов проводили с помощью определителей отечественных и зарубежных авторов (Билай, 1977, Кириленко, 1977, Литвинов, 1967, Pitt, 1988).

Сбор материала для исследований почвенной и водной фауны проводили по принятым методам (Арнольди и др., 1964, Бабьева, 1989, Бей-Биенко, 1964, Березина, 1989, Гиляров, 1965, Залесская, 1978, Мамаев, 1972). Определяли также флористический состав и оценивалось состояние растительности. Для определения растений использовались «Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья» (Косенко, 1970) и «Определитель флоры Северного Кавказа» (Галушко, 1978).

Все экспедиционные работы описаны в полевых журналах, составлены ведомости и заполнены протоколы отбора проб. Полученные данные полевых и лабораторных исследований обработаны статистически с доверительными границами изменения параметров для вероятности 0,95.

3 Результаты исследований и их обсуждение

3.1 *Состояние бассейна реки Понура*. Бассейн реки охватывает значительную часть Динского и Калининского административных районов. Территорию бассейна по состоянию рельефа и формированию растительного покрова условно можно разделить на 3 зоны: верхнюю,

среднюю и нижнюю. Верхняя зона включает истоки реки – Первую и Вторую Понуру и балку Осечки, средняя – собственно реку Понуру и балку Найдорфскую, а нижняя зона включает устьевую часть реки Понура. Бассейн реки Понура представляет собой сложную природно-антропогенную систему, в пределах которой взаимодействуют естественные, урбанизированные и аграрные ландшафты. По берегам реки расположено большое число крупных и средних населенных пунктов с довольно развитой сетью сельскохозяйственных предприятий.

В тектоническом отношении территория расположена на Скифской эпигерцинской платформе, а в геологическом плане представлена аллювиальными отложениями четвертичной системы современными (пески, галечники, глины) верхнечетвертичными (пески, галечники, супеси), среднечетвертичными (пески, галечники, супеси), нижнечетвертичными (пески, галечники, супеси). Для данного района характерен пологоволнистый рельеф. Равнинность территории нарушается многочисленными балками, склоны которых в основном пологие. Вершины водоразделов сглажены и имеют ровную, почти плоскую поверхность.

Согласно литературным данным и картографическим материалам район представлен в пойме лугами и на остальной территории долины – злаково-разнотравными степями с участием кустарников (Кириченко, 1952). Фактически растительность имеет вид сильно трансформированных комплексов вследствие интенсивной хозяйственной деятельности человека. В большей степени сохранилась лугово-болотная растительность, но только благодаря невостребованности переувлажненных земель. На месте настоящих и остепненных лугов сформировались залежные травостой. Степная растительность повсеместно уничтожена распахкой.

3.2 Почвы. В бассейне реки почвы представлены черноземом обыкновенным слабогумусным сверхмощным и черноземом типичным мало- и слабогумусным сверхмощным. В пробах пойменных почв реки Понура было выделено три основные почвенные разновидности – суглинок тяжелый, суглинок средний, глина легкая. Преобладает суглинок тяжелый (55%), суглинок средний занимает 36, а глина легкая – 9%.

Почвы всего водосбора реки также не имеют значительных различий по гранулометрическому составу. Преобладающими фракциями являются крупно-пылеватая (30,39-68,81 %) и пылеватая (9,19-39,64%) В

составе пылевой фракции отмечается повышенное содержание мелко-пылеватых частиц (17,41-39,64 %) Содержание физической глины (меньше 0,01 мм) примерно одинаковое в пойменных почвах различных зон, которые отличаются хорошей водопроницаемостью, но в значительной степени подвержены водной и ветровой эрозии, разрушающей береговую линию

Для оценки состояния почв всего водосбора реки Понура почвенные образцы отбирались по поперечным трансектам, заложенным во всех зонах бассейна Уровень ионов водорода в почвах всего водосбора мало отличался от таковых в пойменных почвах Реакция почвенного раствора на плакорных территориях водосбора колебалась от 6,6 до 9,1

Содержание органического вещества в пойменных почвах реки варьирует в широких пределах Нами установлено, что в 5 м от уреза воды минимальное количество органического вещества содержат супесчаные почвы (0,87 %), а максимальное – суглинистые (6,55) На расстоянии 50 м от русла содержание органических веществ в почве колеблется от 2,65 до 6,94 % По правому и левому берегам его содержание также варьирует в широких пределах - в левобережной части бассейна, где распаханность поймы существенно меньше, уровень органических веществ выше, чем в правобережной

Почвы бассейна реки характеризуются различной обеспеченностью подвижным фосфором, содержание которого в пойменной почве варьирует в широких пределах от 6,5 до 220,0 мг/кг при среднем уровне 54,6 мг/кг, его концентрация существенно снижается от верхней зоны к нижней, особенно в приустьевой части Повышение уровня подвижного фосфора в пойме нижней зоны связано с применением на распаханной территории фосфорсодержащих удобрений Высокая концентрация подвижного фосфора (>100мг/кг) характерна для 32,6 % территорий, низкая – для 6,5, и средняя – для 60,9 % При определении концентрации подвижного фосфора вниз по профилю почвы в различных элементах рельефа была выявлена общая тенденция – с глубиной его содержание уменьшается В основном подвижный фосфор концентрируется в слое 0-20 см, где сосредоточена основная масса корней растений

Содержание питательного азота в пойменных почвах бассейна варьирует от 2,0 до 63,1 мг/кг, при ПДК 150 0 мг/кг Концентрация нитратов в почвах всего водосборного бассейна колеблется от 0,7 до 139,3 мг/кг их максимальное содержание характерно для почв верхней зоны

Больше всего нитратов в слое почвы 0-20 см, и их концентрация уменьшается по мере развития растений высокая ранней весной, летом уменьшается, а осенью снова повышается. На содержание нитратов в почве влияет также ее влажность.

Содержание аммонийного азота в пойменной почве варьирует от 2,56 до 10,27 мг/кг и по зонам практически не различается, средний уровень колеблется от 4,65 до 4,77 мг/кг, в устьевой части его концентрация несколько повышается (до 5,8 мг/кг).

Концентрации валового содержания и подвижных форм тяжелых металлов в почвах бассейна не превышают установленных норм ПДК по большинству изучаемых элементов, исключения составляют цинк, свинец и мышьяк (табл 1).

Таблица 1 Содержание тяжелых металлов в почвах водосборного бассейна реки Понура, мг/кг (2005 г)

Элемент	Зоны течения								
	верхняя			средняя			нижняя		
	мини- мум	макси- мум	среднее	мини- мум	макси- мум	среднее	мини- мум	макси- мум	среднее
Подвижная форма									
Свинец	1,97	7,13	5,017	3,75	6,61	5,032	3,029	6,78	5,62
Цинк	4,78	56,40	9,28	5,55	23,030	8,81	6,44	53,59	11,56
Валовое содержание									
Мышьяк	4	11	7,39	5,099	10	7,67	5	11,5	7,61
Свинец	5,40	18,10	10,94	5,40	19,10	13,67	6,59	24,5	15,70
Цинк	63,5	152	89,92	78,30	112,099	87,32	75,80	145,69	92,51

Повышенные концентрации выявлены на отрезке реки (зона верхнего течения) от ст Новотитаровской до ст Нововеличковской.

В пойменных почвах концентрации подвижных форм цинка, свинца, кадмия, кобальта и марганца также не превышают или находятся на уровне установленных норм ПДК. Устойчивое превышение предельно допустимых концентраций отмечено для подвижных форм меди и никеля во всех отобранных почвенных образцах.

В пойменных почвах реки Понура содержание подвижных форм меди составляет (2,6 ПДК), никеля (1,7 ПДК). Столь высокие

концентрации меди и никеля, возможно, связаны с изначально высоким фоновым содержанием данных элементов в исследуемых почвах. Концентрация ртути в точках отбора, находящихся в 5 м от реки, была выше, чем в точках, удаленных на 50 м.

Содержание контролируемых пестицидов в почвах бассейна колеблется в широком диапазоне. Пестициды ДДТ и его производные имеют более высокие показатели в почвах средней и нижней зоны бассейна, однако их концентрации были ниже установленных норм ПДК. Выявлено 12 превышений установленных норм по содержанию ДДЭ - максимальное зафиксированное значение - 1,59 ПДК, и 16 превышений - по суммарному содержанию ДДТ и его метаболитов (2,21 ПДК). Основная часть точек, в которых зафиксированы превышения пестицидов, расположена в аграрной зоне, что свидетельствует о широком использовании ДДТ в прошлом, и его еще высокой концентрации в настоящее время за счет высокой стойкости и длительного периода полураспада. Для определения закономерности распределения изучаемых поллютантов по почвенному профилю были проанализированы данные почвенных разрезов. Горизонтами аккумуляции хлорорганических пестицидов по почвенному профилю являются слои 40-60 и 100-120 см, где концентрации пестицидов приближаются к соответствующим значениям пахотного слоя, а иногда и превышают их.

Пойменные почвы реки загрязнены нефтепродуктами, и их содержание колеблется от 20 до 948 мг/кг, в основном наблюдаются локальные загрязнения с высокой концентрацией. В 2005 г содержание нефтепродуктов в пойменных почвах было выше, чем в 2004 и 2006 гг., чему способствовали обильно выпавшие осадки, сносившие все хозяйственные выбросы нефтепродуктов в пойму реки.

Наиболее сильное загрязнение почв характерно для почв средней зоны бассейна, где территория наиболее густо населена и свыше 90% площадей занято под сельскохозяйственное производство.

Микробиологическая оценка состояния почв выявила высокую численность бактерий, в среднем $1,8 \cdot 10^8$ КОЕ/г. Бактерии превышают на несколько порядков численность актиномицетов ($1,1 \cdot 10^6$ КОЕ/г) и микромицетов ($3,3 \cdot 10^3$ КОЕ/г). При сравнении микробиологических показателей различных зон бассейна следует отметить, что наибольшая численность почвенной микрофлоры отмечена в верхней зоне ($8,4 \cdot 10^8$ КОЕ/г). Нижняя зона имеет более высокую численность микроорганизмов.

($4,7 \cdot 10^8$ КОЕ/г) по сравнению со средней, где численность бактерий составляет всего $4,3 \cdot 10^7$ КОЕ/г

В пробах пойменных почв отмечен высокий коэффициент минерализации (0,9-1,6), что свидетельствует об активно протекающих процессах минерализации. Исключением являются почвы правобережной прирусловой поймы, где отмечен довольно низкий коэффициент минерализации (0,4). Уровни относительной плотности азотфиксирующей и целлюлозоразрушающей микрофлоры высоки во всех пробах (90-100%). При микробиологическом исследовании почв всего водосбора отмечен высокий коэффициент минерализации органических веществ и увеличение численности микромицетов, участвующих в этих процессах на поздних стадиях сукцессии. По профилю почв отмечено снижение численности бактерий и смена доминант, в нижних слоях почв увеличивается доля бацилл и актиномицетов.

Качественный состав исследованных проб почвы включает представителей родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Caulobacter*, *Pimelobacter*, *Xanthobacter* и др. Встречаются актиномицеты *Streptomyces*, *Nocardia*, *Rhodococcus* и микроскопические грибы. Наличие актиномицетов указывает на минерализацию органических веществ в почвах на поздних стадиях сукцессионного развития.

Почвенная фауна бассейна реки оказалась весьма разнообразной по видовому составу, но все ее популяции были малочисленны. Всего обнаружено 8 классов почвенных беспозвоночных: *Nematoda*, *Arachnida*, *Insecta*, *Muriaropoda*, *Diplopoda*, *Crustacea*, *Gastropoda* и *Olygochaeta*. Видовое разнообразие в верхней зоне бассейна богаче, чем в зонах среднего и нижнего течения реки, что связано с различиями в загрязнении среды обитания. Доминантами в верхней зоне бассейна были представители из класса *Insecta*, прежде всего муравьи ($49,28$ экз/м²). Субдоминантами выступают представители из класса *Diplopoda* ($8,3$ экз/м²) и из класса *Arachnida* ($7,54$ экз/м²). Доминирующую группу средней части реки составляли представители из класса *Insecta* при плотности $15,6$ экз/м². Субдоминирующую группу формировали представители из класса *Arachnida* при плотности $5,05$ экз/м² и встречаемости 16,6 %. Они являются наиболее активными разрушителями растительных остатков среди организмов почвенной микрофауны.

Доминантами в зоне нижнего течения реки были представители из класса *Arachnida* (клещи) при плотности $8,32$ экз/м² и встречаемости 10,2

%, а субдоминантами выступают представители из класса *Diploroda* при плотности 5,12 экз/м²

3.3 Поверхностные воды Вода в реке отличается высокой минерализацией содержание солей в среднем составляет 1309,25 мг/дм³ Минимальное значение отмечено в 2006 г, в период половодья, (386,63 мг/дм³), а максимальное (2251,49 мг/дм³) - в 2004 г в период межени В 2004 г зафиксировано превышение ПДК практически по всем ионам, при этом высокие концентрации натрия и гидрокарбонатов связаны с особенностями гидрологического и гидрохимического режимов реки Так, в верхнем течении реки превышения по содержанию натрия составили 1,9 ПДК, в среднем - 1,8 а в нижнем - 1,5 Также было зафиксировано превышение по хлориду в среднем и нижнем течении - 1,1 ПДК В 2005 г превышения предельно допустимых значений по основным ионам были выделены в отдельных точках в нижнем течении (по натрию) В целом можно отметить увеличение от истока к устью концентрации натрия, гидрокарбонат- и хлорид-ионов В 2006 году отмечено снижение концентраций всех ионов

Вода реки «очень жесткая» и в среднем за год составляет 18,40 °Ж, жесткость воды определяется содержанием в ней ионов кальция и магния В межень воды реки имеют более высокую общую жесткость и минерализацию по сравнению с водами половодья Минерализация воды и концентрация гидрокарбонатных ионов определили слабощелочную реакцию среды Величина рН воды в реке Понура варьирует от 7,4 до 8,8

Содержание взвешенных частиц в воде колеблется в широком диапазоне - от 32,5 до 239,1 мг экв/дм³ Показатели БПК₅ и ХПК в воде реки характеризуют высокую степень ее загрязнения органическими веществами Наиболее высокие их значения зафиксированы в 2005 г в верхнем и среднем течении (ХПК – 1,1 и 1,3 ПДК, БПК₅ – 2,4 и 2,6 ПДК соответственно)

Содержание нитратов в 2004 г изменялось от 44,5 до 67,8 мг/л, в 60 % проб воды концентрация нитратов составила выше 0,5 мг/л, превышение допустимой концентрации установлено в 90% проб

В 2005 г максимальная концентрация нитратов отмечена в пробе, из окрестностей ст Калининской (1,64 ПДК) Концентрация общего фосфора снижается от истока к устью, наиболее загрязненной этим

биоеном оказалась верхнее течение реки, где были установлены превышения ПДК, более чем в 2 раза. На всем протяжении реки в основном наблюдается превышение допустимых концентраций биоенов, что указывает на слабую способность речной системы к самоочищению и трансформации большого количества загрязняющих веществ.

Содержание фенолов, в 2004 г. увеличивается от верхнего течения к нижнему при их колебании от 0,0001 до 0,16 мг/л, максимальное значение отмечено в устье реки (окраина ст. Калининской) - 1,3 ПДК. Такая тенденция характерна для всех лет исследований, на протяжении всей реки отмечается стойкое фенольное загрязнение.

В верхнем течении реки концентрация анионных и катионных ПАВ имеет наиболее низкие значения. В целом по реке интервал изменения значений составил от 0,001 до 0,22 и до 0,442 мг/л для катионных и анионных ПАВ соответственно. Наиболее высокое содержание АПАВ при этом было отмечено на восточной окраине ст. Нововсличовской. Максимальная концентрация для катионных ПАВ составила - 0,4 ПДК, для анионных -- 0,9 ПДК.

Анализ проб воды, отобранных в реке Понура, выявил незначительные загрязнения речной воды тяжелыми металлами, но в 2005 году, были выявлены возросшие в 2-3 раза концентрации марганца (12,5 ПДК), железа (3,6 ПДК), цинка (2 ПДК), имеет место незначительное увеличение их концентраций в нижнем течении.

Анализ воды, показал наличие хлорорганических пестицидов в сотни и тысячи раз меньше установленных норм, поэтому воду рассматриваемой реки можно характеризовать как условно чистую, по отношению к загрязнению хлорорганическими пестицидами.

Анализ содержания нефтепродуктов в воде реки Понура в 2004 – 2006 гг. показал, что их количество сильно варьирует. Наиболее загрязненным во все годы исследований было нижнее течение реки. В 2006 г. произошло уменьшение загрязнения нефтепродуктами, однако в среднем течении концентрация остается почти на одном уровне с предыдущими исследованиями.

Численность микроорганизмов существенно варьирует на всем протяжении поверхностного стока реки. Преобладают бактериальная микрофлора, численность которой составляет в среднем $7 \cdot 10^7$ КОЕ/мл, численность микромицетов меньше на несколько порядков, и в среднем

составляет $34 \cdot 10^2$ КОЕ/мл Наибольшее количество сапротрофных микроорганизмов было отмечено в среднем течении реки и доходило до 200 млн/мл (табл 2)

Таблица 2 Численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов в речной воде

Зона отбора проб	Общее микробное число, 10^6 КОЕ/мл при температуре		Показатель самоочищения	Олиготрофные 10^6 КОЕ/мл	Амилотические, 10^6 КОЕ/мл	Общие колиформные бактерии (ОКБ), КОЕ/100 мл	Микромицеты, 10^2 КОЕ/мл
	22°C	37°C					
2004 год							
Верхняя	49,6	96,0	0,5	2,6	23,6	6560	2,7
Средняя	112,5	200	0,55	4,25	38	16700	4,8
Нижняя	64	154	0,41	8,6	26	6000	3,2
2005 год							
Верхняя	47,7	37,0	1,13	18,5	19,5	544	0,4
Средняя	43,6	57,6	0,6	6,5	48,7	1016	2,2
Нижняя	12,7	14,8	1,04	6,4	16,6	577,7	1,2
2006 год							
Верхняя	4,1	7,7	0,86	0,85	16,3	4014	3,6
Средняя	28,0	22,8	0,91	24,2	79,3	3525	10,0
Нижняя	44,16	38,5	1,18	50,8	52,6	516,6	3,0

В результате определения таксономического состава бактериального комплекса в водах реки были установлены представители как грамотрицательных - *Pseudomonas*, *Aquaspirillum*, *Caulobacter*, *Flavobacterium*, *Acetobacter*, *Aeromonas*, так и грамположительных бактерий - *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Micrococcus* и др По количеству населяющих сапрофитов воду реки можно отнести к полисапробной – сильно загрязненной органикой

Показатель самоочищения в речной воде был невысоким из-за высокой численности сапротрофных микроорганизмов Отмечено значительное превышение допустимых значений колиформных бактерий в водах реки

Расположение вблизи водных объектов животноводческих комплексов повышает микробную загрязненность воды

Споры микроскопических грибов в поверхностных водах были выделены в небольшом количестве Наиболее часто выделявшимися из

воды были виды, относящиеся к родам *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* Единично встречались виды, относящиеся к родам *Ascremonium*, *Alternaria*, *Trichoderma* Увеличение численности микромицетов в нижнем течении возможно из-за большого количества растительных остатков по берегам реки

При исследовании количественного и качественного состава зоопланктона в 2004 г было обнаружено 3 формы копепод, 3 формы кладоцер, личинки рыб, насекомых и водяные клопы В 2005 г, при исследовании зоопланктона в реке было встречено 5 форм водных беспозвоночных копеподы, кладоцеры, олигохеты, личинки насекомых, водяные клопы В 2004 г количественное развитие зоопланктона в реке было невысоким и составило в нижнем течении 16,21 %, в 2005 г от верховьев до устья численность, биомасса и видовое разнообразие зоопланктона увеличивается, и составляет в нижнем течении реки 78,53 % от общего показателя по всей реке

3.4 Донные отложения Речные наносы накапливают весь комплекс химических элементов, присутствующих в воде Концентрации тяжелых металлов (валовое содержание и подвижные формы) в донных отложениях реки в среднем не превышают установленных нормативов ПДК или превышают незначительно (цинк - 1,1 ПДК) Устойчивые превышения предельно допустимых концентраций по максимальным значениям (валовое содержание) выявлены для следующих элементов цинка (593,1 мг/кг), что составляет 5,4 ПДК, свинца (47,8 мг/кг) - 1,5 ПДК, мышьяка (11,6 мг/кг) - 1,2 ПДК Повышенное содержание отдельных элементов обнаружено в образцах, отобранных в низовьях реки (у автомобильного моста) В подвижной форме были выявлены превышения ПДК для свинца (1,5 - 3 ПДК), кадмия (1,1-4,8 ПДК), меди (3-5 ПДК) и никеля (1,9-2,6 ПДК) Результаты анализа проб донных отложений показали, что содержание ртути в верхней зоне реки (10-80 мкг/кг) выше, чем в средней (10-37) и нижней (28 мкг/кг)

По содержанию подвижных форм тяжелых металлов в донных отложениях реки были выявлены местами значительные превышения ПДК На всем протяжении реки превышение ПДК зафиксировано по цинку в верхнем течении (1,8), в среднем (2,3), в нижнем течении (1,1), по свинцу в верхнем и нижнем течениях (1,3 и 1,4 ПДК), в среднем 1,2 ПДК), меди во всех зонах (2,2-2,9 ПДК), никеля на протяжении всей реки (1,7-2 ПДК) За

3 года исследований (2004-2006 гг) отмечена тенденция к снижению содержания тяжелых металлов в донных отложениях

В донных отложениях реки наибольшее содержание выявлено для ДДТ и его метаболитов. Отмечены локальные загрязнения и различия в распределении пестицидов в донных отложениях по правому и левому берегам. Концентрация на правом берегу ГХБ в 3 раза больше его содержания на левом берегу, по ДДТ – в 10 раз, по ГХЦГ – в 7 раз. Этот феномен связан с присутствием большой и давней свалки бытовых и промышленных отходов в прибрежной части реки.

Загрязнение речной воды и донных отложений нефтяными отходами отмечается на всем протяжении реки. Максимальная концентрация нефтепродуктов была выявлена в нижней зоне - 457,75 мг/кг. Следует отметить высокое значение этого показателя в правобережной части нижней зоны. Возможными источниками загрязнения может быть автотрасса, мост с регулярным грузопотоком, и располагающаяся в 1 км выше по течению реки нефтебаза, а также несанкционированная свалка мусора. Содержание углеводородов в донных отложениях реки в ее нижней зоне выше, чем в верхней, существенных различий в содержании нефтепродуктов в донных отложениях береговых зон не отмечено. Содержание нефтепродуктов в донных осадках реки в 2005 и 2006 гг возросло, особенно в верхней и средней зонах.

Донные отложения представляют собой отмершие остатки гидробионтов, неразложившихся в водной толще, и мелкодисперсные минеральные частицы различного происхождения. Здесь создается богатая органическим веществом и благоприятная зона для развития различных групп организмов. Организмы, обитающие в донных отложениях, осуществляют деструкцию стойких органических соединений. В исследованных донных отложениях реки Понура преобладает бактериальная микрофлора. Ее численность варьирует по годам: в 2004 г было выделено наибольшее количество сапротрофных бактерий (общее микробное число колебалось в пределах от $2,5 \cdot 10^6$ до $2,4 \cdot 10^7$ КОЕ/г). Были выделены следующие группы микроорганизмов: аммонифицирующие и амилолитические, тионовые, сульфатредуцирующие бактерии и микромицеты. Численность микромицетов существенно уступает численности бактерий, и в среднем составляет $1,5 \cdot 10^3$ КОЕ/г.

Самая низкая концентрация сапротрофных бактерий зарегистрирована в 2005 г., в верхней и нижней зонах. Причиной этого является усиление антропогенной нагрузки (резко возросло содержание нефтепродуктов, выявлены загрязнения хлорорганическими пестицидами). Сапротрофные микроорганизмы являются очень чувствительными к загрязнению этими поллютантами. Таксономический состав микробоценозов представлен несколькими видами бактериальных культур, в основном это представители следующих родов *Pseudomonas*, *Pimelobacter*, *Bacillus*, *Azomonas*, *Acetobacter* и другие. Актиномицеты в донных отложениях исследуемых водоемов не выделены.

В донных отложениях реки Понура идут активные процессы окисления и восстановления сульфатов, о чем свидетельствует высокий титр тионовых и сульфатредуцирующих бактерий, отмечено также доминирование сульфатредуцирующих бактерий над тионовыми. Преобладание сульфатредукторов указывает на накопление органических веществ, что ведет к интенсивному восстановлению сульфата и выделению сероводорода.

При изучении микроорганизмов донных отложений лишь в некоторых пробах были обнаружены микроскопические грибы. Содержание микромицетов в донных осадках за весь период наблюдений колебалось в пределах 700–3900 КОЕ/г сырого грунта. В процессе исследований были выделены микромицеты, относящиеся к так называемым почвенным грибам. В ходе исследований было выделено 10 изолятов, принадлежащих к следующим родам *Acromonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Mucor*, *Raesiomyces*. Наиболее часто встречаемыми в донных отложениях были представители родов *Penicillium*, *Trichoderma*, представители других родов были отмечены единично.

Максимальное количество микроскопических грибов ($3,9 \cdot 10^3$ КОЕ/г) характерно для проб донных отложений реки, отобранных весной 2006 г. Столь высокая численность микромицетов может быть связана с благоприятными условиями обитания для них (влажность, питательные вещества и др.). Незначительное количество микроскопических грибов в донных отложениях, связано как с увеличением загрязнения донных отложений веществами, попадающими в воду с поверхностными стоками, так и специфическими особенностями самих микромицетов.

Донная фауна реки Понура была представлена различными зообентосными организмами - ракообразными, моллюсками, олигохетами и личинками различных насекомых. В 2005 г. доминирующей группой в донных отложениях реки являлись олигохеты – 2320 экз/м². В донных отложениях реки Понура, наблюдается неравномерное распределение организмов на всем ее протяжении в верхней и нижней зонах реки, наблюдается высокая численность представителей фауны- 1560 экз/м² и 1960 экз/м² соответственно, тогда как в нижней только 1440 экз/м². В верхней и нижней зонах процентные доли олигохет от общего количества найденных беспозвоночных составили 41,02 и 48,9% соответственно. Эти показатели имеют биотический индекс 4-3, что соответствует 3 классу качества вод и классифицирует их как умеренно загрязненные. В средней зоне реки процент олигохет от общего количества найденных беспозвоночных составил 52,9%, а биотический индекс - 2-1, что соответствует 4 классу качества вод и классифицирует эту зону реки как загрязненную.

3.5 Растительность бассейна Анализ полученных данных показал, что в формировании растительного покрова бассейна принимают участие растения 49 семейств. Ведущими семействами являются Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Rosaceae. По принадлежности к жизненным формам растения бассейна реки представлены преимущественно многолетними (61,3), однолетними (20,9) и двулетними (5,5 %) травами. На долю деревьев и кустарников, сосредоточенных в основном в защитных лесонасаждениях и садах, приходится 12,3 %. Исследование формационного состава выявило преобладание во флоре растений синантропных фитоценотивов по отношению к луговым и лугово-степным видам, это обусловлено сильной нарушенностью растительных сообществ. Относительно высок процент участия прибрежно-водных и болотных растений, что является характерным для пойм степных рек.

3.6 Общее экологическое состояние бассейна реки Территория бассейна реки Понура расположена в средней части Краснодарского края. Своё начало она берет от степных родников, истоков Первой и Второй Понуры и после их слияния у ст. Новотитаровской, река направляет свое течение на северо-запад, к Понурскому лиману, незначительный уклон с востока на запад, на протяжении 97 км между крайними точками, обуславливает медленное течение водотока. По берегам реки расположено

большое количество населенных пунктов, полевых станов, животноводческих ферм, рядом с которыми наблюдается ее усиленное зарастание тростником обыкновенным. Большая часть площади бассейна занята сельскохозяйственными угодьями, где возделываются зерновые и пропашные культуры. Наибольшие площади посевов отведены под пшеницу, ячмень, кукурузу, подсолнечник. В нескольких хозяйствах имеются сады. В низовьях реки много фермерских хозяйств, использующих пойменные почвы для выращивания картофеля и бахчевых культур. Транспортная сеть представлена большим количеством автомобильных дорог с интенсивным движением.

Почвы анализируемой территории представлены черноземом типичным и черноземом обыкновенным. Результаты исследований почв, полученные в 2004 - 2006 гг., показали, что они относительно бедны органическим веществом и относятся к слабогумусным, в черноземе типичном этот показатель меньше (2,90%), чем в черноземе обыкновенном (3,3%). Почвы речной поймы местами сильно загрязнены цинком, свинцом, медью и никелем в валовой и подвижной формах. Высокое загрязнение почв свойственно ландшафтам вблизи станиц, что указывает на его антропогенное происхождение. Загрязнение почв тяжелыми металлами связано с размещением свалок, складированием отходов животноводства и т.д. Наиболее загрязнены тяжелыми металлами почвы средней зоны бассейна реки. Хлорорганические пестициды обнаружены во всех почвенных пробах. При сравнении загрязнения почвенных проб поймы реки оказалось, что ее правобережье загрязнено сильнее, чем левобережье.

В составе почвенной микрофлоры преобладают аммонифицирующие и амитолитические бактерии, численность микромицетов весьма низка. Наиболее часто в микробном сообществе встречаются представители родов *Pseudomonas* (до 100 %), *Bacillus* (до 90 %) и *Nitrobacter* (до 73 %), *Arthrobacter* (до 64 %) при весьма широком колебании их численности по почвенным образцам.

Исследования почвенной фауны бассейна реки Подура показали, что она разнообразна по видовому составу и не многочисленна в количественном отношении. Всего было обнаружено 8 классов почвенных беспозвоночных: *Nematoda*, *Arachnida*, *Insecta*, *Murzipoda*, *Diplopoda*, *Crustacea*, *Gastropoda* и *Oligochaeta*, доминантами были представители из

класса Insecta, субдоминирующую группу составляли представители из класса Diplopoda и из класса Arachnida

Вода по химическому составу отличается значительной щелочностью (рН до 8,4), что обусловило ее высокую жесткость. В воде много нитратов (от 44 до 68 мг/л), что связано со сносом в русло реки азота и органики с окружающих полей, где периодически вносятся удобрения. Следует особо подчеркнуть, что вода реки от устья до истока характеризуется высокими значениями ХПК (от 24 до 41 мг/л) и БПК₅ (от 13 до 23 мг/л). Содержание фенолов в воде устьевой части реки нередко превышает ПДК (1,3) при относительно невысоком ПАВ (0,4-0,9 ПДК). Содержание некоторых тяжелых металлов в воде (например, марганец) превышает уровень ПДК, но по большинству их уровень ниже ПДК. В воде присутствуют гексахлор, гептахлор, гексахлорбензол в дозах значительно ниже ПДК. Вода содержит большое количество взвешенных веществ на всем ее протяжении реки. Источниками поступления органических веществ в воду являются бытовые и животноводческие стоки и т.д.

Речная вода сильно загрязнена органическими веществами (высокая численность сапротрофных микроорганизмов 10^7 КОЕ/мл при весьма высоком фекальном загрязнении) и относится к полисапробной. Водная фауна относительно многочисленная (около 300 экземпляров на 1 м^3) по числу особей, но бедная по таксономическому составу (всего 9 таксонов).

Донные отложения содержат большие количества аммонифицирующих, амилолитических и сульфатредуцирующих бактерий. Наиболее широко встречаются представители родов *Pseudomonas* (100%), *Bacillus* (70%), *Flavobacterium* (30%). Значительное количество сульфатредуцирующих бактерий свидетельствует о накоплении органического вещества, что ведет к интенсивному восстановлению сульфата и выделения сероводорода и является негативным фактором развития систем.

В донной фауне преобладают олигохеты (2320 экз/м^2), ракообразные (1280 экз/м^2) и моллюски (1120 экз/м^2). Загрязненность тяжелыми металлами по большинству элементов весьма существенная, особенно это касается цинка, свинца, мышьяка, кобальта и некоторых других, как по валовому содержанию, так и в подвижной форме. Нефтепродуктами или загрязнены относительно слабо. Во всех пробах илов определено невысокое содержание ДДТ и гексахлорбензола, гексахлорана,

относительно выше содержание всех пестицидов в илах правобережной части реки

Экологические исследования состояния водной системы реки Понура показали в целом высокую техногенную нагрузку на все ее составляющие что существенно отразилось на составе и функционировании ее биологических составляющих

3.7 Мероприятия по снижению техногенного воздействия на бассейн реки По результатам оценки современного состояния всех компонентов окружающей среды в бассейне реки было установлено, что на его территории в целом сложилась неблагоприятная экологическая ситуация. Для сохранения и развития его ландшафтных систем необходимо

- удалить из водоохраной зоны животноводческие фермы и другие объекты хозяйственного назначения, способствующие загрязнению почв, донных отложений, воды, растительных и животных организмов тяжелыми металлами, нитратами и т.д.,

- проводить посадку прибрежных лесонасаждений вдоль основного русла реки, что будет способствовать обогащению ландшафта энтомофагами, увеличению видового разнообразия птиц, насекомых, млекопитающих и других групп организмов,

- запретить распашку пойменных земель, разделение реки плотинами и использование водоохраной зоны для выпаса скота, соблюдать ширину прибрежных защитных полос для пашни - 350-550 м, для луга – 25-35 м, для лесонасаждений и кустарников – 35-50 м

Для исключения попадания поверхностного стока с территорий животноводческих ферм в реку необходимо обваловать их площади по периметру, установить в отстойниках-накопителях и лагунах противофильтрационные покрытия днищ, создать почвозащитные лесонасаждения с ивой плакучей, кленом остролистным, кустарниками – лещиной, жимолостью татарской, бирючиной обыкновенной по границе всей территории ферм, отделив их от жилого сектора

С целью улучшения проточности водотоков, снижения загрязнения воды и в целом для лучшего функционирования речной системы необходимо 1) реконструировать существующие ветро- и почвозащитные лесные полосы (посадка новых саженцев, замена старых пород новыми и др.), 2) расчистить русло реки, особенно в местах расположения дамб, 3) возобновить работу гидростов, 4) сократить использование

естественных угодий под пашни и сенокосы, что приведет к уменьшению оголенных участков и предотвратит развитие эрозий, сократит исчезновение редких видов растений и распространение сорных, 5) прекратить выжигание стерни, ведущее к увеличению оголенных участков, 6) сократить или контролировать выпас животных, которые разрушают берега почти в каждом населенном пункте, 7) проводить рекультивацию земель, повышая плодородие и не нарушая естественной прибрежно-водной растительности

Для закрепления пойменных, склоновых и береговых участков предлагаем следующие породы деревьев и кустарников: ива плакучая, клен остролистный, тополь канадский, тутовник, скумпия, дереза, свидина и др. Посадка этих растений должна предусматривать ряд кустарников – на расстоянии 3 м от уреза воды, затем ряд древесных пород – на расстоянии 8 м от русла

Предложенные мероприятия при их выполнении позволят в ближайшие 12-15 лет существенно улучшить состояние и функционирование всего бассейна, сохранить плодородие его почв, поддержать видовое разнообразие живых организмов и в целом оздоровить состояние его основных ландшафтов

Выводы

В результате изучения современного состояния бассейна реки Понура, можно сделать следующие выводы

1. Содержание органического вещества в почвах водосборной зоны бассейна реки колеблется от 0,87 до 6,55%, концентрация нитратов в почвах всего водосборного бассейна реки, изменяется от 0,7 до 139,3 мг/кг, больше всего нитратов в слое почвы 0-20 см, концентрация подвижного фосфора от 6,5 до 220,0 мг/кг, его уровень существенно снижается от верхней зоны к нижней, особенно в прирусловой части, почвы всего бассейна загрязнены тяжелыми металлами - цинком (1,4 ПДК) и свинцом (1,2 ПДК), хлорорганическими пестицидами – ДДТ и его метаболитами (2,21 ПДК), почвы бассейна загрязнены также нефтепродуктами, и их содержание доходит до 948 мг/кг. Микробиологическая оценка состояния почв выявила высокую численность бактерий ($1,8 \cdot 10^8$ КОЕ/г), которая на несколько порядков превышает численность актиномицетов ($1,1 \cdot 10^6$ КОЕ/г) и микромицетов ($3,3 \cdot 10^3$ КОЕ/г), качественный состав исследованных проб воды включает представителей родов *Pseudomonas*,

Bacillus, Micrococcus, Caulobacter, Pimelobacter, Xanthobacter и др., встречаются актиномицеты Streptomyces, Nocardia, Rhodococcus и микроскопические грибы - Penicillium, Cladosporium, Aspergillus, Fusarium, Acremonium, Alternaria, Trichoderma, почвенная фауна представлена 8 классами почвенных беспозвоночных Nematoda, Arachnida, Insecta, Myriapoda, Diplopoda, Crustacea, Gastropoda и Olygochaeta

2 Вода реки характеризуется высокой жесткостью (18,40 °Ж), накоплением большого количества минеральных и органических веществ, а также биогенов (ХПК – 1,3 ПДК, БПК₅ – 2,6 ПДК, нитраты-44,5-67,8 мг/л, фенолы- 0,0001-0,16 мг/л, КПАВ- 0,45 ПДК, АПАВ-0,9 ПДК), донные отложения выделяются концентрацией тяжелых металлов, отдельные из которых превышают ПДК (цинк 1,1-2,3 ПДК, свинец 1,3-1,4 ПДК, медь 2,2-2,9 ПДК) В воде и донных отложениях широко встречаются представители различных видов бактериальной микрофлоры (Pseudomonas, Aquaspirillum, Caulobacter, Flavobacterium, Acetobacter, Aeromonas, Bacillus, Arthobacter, Micrococcus и др.), и микроскопических грибов (Penicillium, Cladosporium, Aspergillus, Acremonium, Alternaria, Trichoderma), по количеству населяющих сапротрофов воду реки можно отнести к полисапробной – сильно загрязненной (10^7 КОЕ/мл), зоопланктон речной воды и донных отложений представлен различными водными организмами коловратками, кладоцерами, водяными клопами ракообразными, моллюсками, олигохетами, личинками насекомых

3 Флористический состав растительности бассейна составляют представители Magnoliophyta, в т.ч. Magnoliopsida (84,5 %) и Liliopsida (15,5 %) В формировании растительного покрова принимают участие растения 49 семейств, из которых ведущими семействами являются Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Rosaceae, установлено, что многие растения способны накапливать различные поллютанты, в том числе тяжелые металлы и пестициды, являясь вторичными загрязнителями

4 Ландшафты бассейна характеризуются широким варьированием растительного и почвенного покрова и достаточно четко разделяются на автономные, транзитные и аккумулятивные системы Аккумулятивные системы выделяются высоким содержанием органических веществ (6,94%), а также устойчивой, круглогодично функционирующей дерновиной, накапливающей тяжелые металлы (валовое содержание свинца 7,5 ПДК и цинка 1,4 ПДК, подвижные формы меди 2,6 ПДК, никеля 1,7 ПДК), пестициды, нефтяные загрязнители (до 948 мг/кг) Транзитные системы

характеризуются развитием эрозионных процессов, особенно на полях севооборотов, потерей органических веществ, содержание которых в среднем составило 4,7%, на ненарушенных участках в растительном покрове преобладают ксерофильные виды Автономные системы полностью распааны, и растительность заменена сельскохозяйственными культурами, почвы загрязнены тяжелыми металлами (цинк 1,4 ПДК, свинец 1,2 ПДК, мышьяк 1,1 ПДК) и пестицидами, древесные растения в лесных посадках по границам полей представлены заносными видами

5 Анализируя результаты исследований бассейна реки, можно констатировать, что его системы пока еще способны к самовосстановлению при ослаблении антропогенного давления на них Предложенные мероприятия, при их выполнении, позволят в ближайшее десятилетие существенно улучшить состояние и активизировать функционирование всего бассейна, сохранить плодородие его почв, поддержать видовое разнообразие живых организмов и в целом благоприятствовать развитию его основных ландшафтов

Список публикаций по теме диссертации

1 Волошина Г В Микробиологическая оценка реки Понура / Г В Волошина // 9-я Международная научно-практическая конференция « Экология и жизнь» Пенза, 2006 С 208-210

2 Волошина Г В Экологическая оценка состояния поверхностных вод реки Понура / Г В Волошина // Экологический вестник Северного Кавказа Краснодар, 2006 Т 2 № 1 С 118-122

3 Волошина Г В К вопросу о процессе нитрификации в агроландшафте степной зоны Краснодарского края / И С Белюченко, Г В Волошина, А Г Фалин // Экологические проблемы Кубани Краснодар, 2006 № 32 С 218-223

4 Волошина Г В Тяжелые металлы в пойменных почвах реки Понура / Г В Волошина // Труды Кубанского аграрного университета // Краснодар, 2007 С 191-195

