

УДК: 351.777.6 (574.5)

В.К. БИШИМБАЕВ, А.К. САДАНОВ, А.У. ИСАЕВА,  
А.А ЕШИБАЕВ., Л.К. АСАМБАЕВА, Л.А. АКЫНОВА

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕХНОГЕННЫМИ ФАКТОРАМИ ПОЧВ И ВОД ЮГА КАЗАХСТАНА

*(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова, г. Шымкент,  
РГКП Центр биологических исследований КН МОН РК, г. Алматы,)*

Рассмотрены проблемы техногенно загрязненных зон юга Казахстана. Приведены результаты исследований экологического состояния почв и водных источников промышленных зон региона. Результаты проведенных исследований показали, что основными загрязнителями почв и водных сред промышленных зон Южно-Казахстанской области являются нефть, нефтепродукты и соли тяжелых металлов. Результатами физико-химических анализов установлена тенденция роста загрязнений. Источниками загрязнений являются объекты промышленного производства и коммунально-бытовые предприятия. Выявленные техногенные зоны при нештатных климатических условиях представляют собой потенциальные источники дополнительного загрязнения окружающей среды.

Основными причинами роста антропогенной нагрузки на окружающую среду являются интенсивные темпы развития промышленности и природопользования, которые особо ощутимо проявляются в промышленно развитых зонах. Решение экологических проблем в региональном масштабе требует комплексного подхода,ключающего как изучения характера и природы техногенных факторов, так и мониторинга динамики изменения производительности и потенциала экосистемы [1].

Основные промышленные и агроландшафтные зоны Южно-Казахстанской области относятся к Арыской геосистеме, которая является составной частью Арало-Каспийской мегагеосистемы, взаимосвязанной с ней как по географическому расположению, так и по экологическим проблемам. Данная геосистема представлена сильно расчлененными низкогорьями и саванноидными горными степями, на разновидностях подтипов серо-коричневых почв. Водные источники сформированы 85 притоками реки Арыс ледникового и родникового питания, общая протяженность которых составляет 2247 км [2].

Интенсивный период развития экономики во второй половине прошлого века оставил заметный след в экологической ситуации южного региона. Длительное и устойчивое воздействие тех-

ногенных факторов на окружающую среду способствовало накоплению большого количества вредных веществ в почве и донных отложениях водоемов [3].

Современный темп развития экономики Южно-Казахстанской области характеризуется, как динамично развивающийся и сопряжен с новыми экологическими проблемами. Основными источниками техногенных загрязнений являются крупные промышленные объекты по добыче и переработке полиметаллической руды, нефти и ряд других предприятий химической промышленности. На экологическую обстановку региона оказывает существенное влияние и интенсивный рост процесса урбанизации, который сопровождается резким увеличением числа коммунально-бытовых объектов, мелких и средних производственных предприятий и городского автотранспорта. По статистическим данным, в настоящее время в городе Шымкент действует около 253 производственных объектов, а число автомобильного транспорта перевалило за 182 тысяч единиц, что значительно усиливает техногенную нагрузку на территорию города и прилегающую к ней промышленную зону. Из года в год растет объем потребления энергоносителей, который приводит к увеличению мощностей теплоэнергетических центров (ТЭЦ) и числа автозаправоч-

ных (АЗС) и обслуживающих (СТО) станций. В настоящее время, в городе Шымкент действуют три крупных ТЭЦ, 75 АЗС и 112 СТО.

В этой связи, целью наших исследований являлась изучение степени загрязненности почвенного покрова и водных источников техногенных зон Южного Казахстана. Основными задачами исследований являлись:

1. Определение основных источников и видов загрязнителей почв и вод промышленных зон юга Казахстана;

2. Определение фактического объема и степени загрязненности территории промышленных зон;

3. Определение степени загрязненности основных водных источников промышленных зон Южно-Казахстанской области.

Поставленная цель исследований достигалась тем, что были проведены морфологические и физико-химические исследования степени загрязненности почв и вод техногенно загрязненных территорий. В качестве основных объектов исследования послужили: почвенный покров территории города Шымкент и прилегающая к ней зона в радиусе 50 км; промышленная зона ТОО «ПетроКазахстан Ойл Продактс» («ПКОП»); территории АЗС и СТО; ОАО КП «Южполиметал» и основные притоки реки Арысь.

Химические анализы исследуемых проб почв и вод проводились в сертифицированных лабораториях ТОО «ПетроКазахстан Ойл Продактс», ТОО «Водные ресурсы-маркетинг» и Центра санитарно-эпидемиологической экспертизы ЮКО. Содержание тяжелых металлов, нитратов, нитритов, сульфатов и других органических примесей определяли методами инверсионной вольтамперметрии, фотоколориметрии и атомно-сорбционным методом. Содержание нефтепродуктов определяли гравиметрическим методом, путем экстракции нефти хлороформом. Флористические и гидробиологические анализы проводились по общепринятым методикам [4,5].

Результатами исследований установлено, что основными загрязнителями почв и вод региона являются нефтепродукты, соли тяжелых металлов и другие минеральные примеси. Результаты обследования территорий ТОО «ПКОП» показали наличие существенных загрязнений почвы, вызванных частыми разливами нефти и нефтепродуктов на различных стадиях ее переработ-

ки, а также производственными авариями. Наиболее загрязненными участками является промышленная зона завода. Остальные нефтезагрязненные территории находятся в пределах санитарно-защитной зоны завода – территории и прилегающие зоны нефтебазы, станции Текесу и железнодорожной эстакады. Общая площадь нефтезагрязненных территорий составляет около 53 гектаров. Флористический анализ видового состава фитоценоза нефтезагрязненных территорий показал существенную трансформацию типичного для южного Казахстана растительного сообщества.

Результатами обследования территории АЗС и СТО города установлено, что основными загрязнителями почв являются светлые фракции нефтепродуктов. Общая площадь загрязненных территорий составляет 4,5 гектаров, содержание нефтепродуктов колеблется в пределах от 0,3 до 1,0%. Светлые фракции нефтепродуктов быстро улетучиваются, но отличаются остротоксичностью для растений. В связи с чем, наблюдается выпадение многих неустойчивых видов из состава травостоя нефтезагрязненных территорий, что приводит к резкому снижению видового разнообразия сообщества.

Одним из источников загрязнения окружающей среды являются нефтесодержащие сточные воды, образующиеся в процессах переработки, хранения и потребления нефти и нефтепродуктов. Результаты обследования территории техногенных объектов показали наличие специальных накопительных прудов для нефтезагрязненных вод, общая площадь которых превышает 0,6 гектара. Содержание сырой нефти и продуктов ее переработки в составе загрязненных вод различное и зависит от характера деятельности предприятий. Если в шламонакопительных прудах ТОО ПКОП такой показатель составляет 2-5,6%, то в случаях аварийных разливов концентрация нефтепродуктов превышает 15-20%.

Исследования почв промышленных зон на загрязненность ионами тяжелых металлов показали высокое содержание свинца, кадмия, цинка и меди, концентрация которых в различных частях промышленной зоны превышает предельно допустимые нормы (ПДК) от 1,9 до 5,4 раза. При этом установлена закономерность роста концентрации тяжелых металлов в почве, в зависимости от расстояния от источника загрязнений и розы

ветров местности, что свидетельствует о причинно-следственной взаимосвязи степени загрязненности почв и деятельности техногенного объекта. Так, физико-химические анализы почв, отобранных в 1,5 км от техногенных зон, показали, что концентрация названных тяжелых металлов составляет 185,0; 2,76; 177,4 и 169,9 мг/кг соответственно. В 5-15 км удаленности от источника загрязнений данный показатель уменьшается существенно и составляет 65,3; 0,62; 54,6 и 62,4 мг/кг. При дальнейшем отдалении содержание тяжелых металлов резко уменьшается, на 50 км расстоянии оно составляет 5,4; 0,07; 4,8 и 3,2 мг/кг соответственно.

На распространение загрязняющих веществ оказывают влияние элементы метеоусловий местности. По данным гидрометеорологической станции, на территории города Шымкент преобладают северо-западные и юго-западные ветры, доля которых в общем годовом балансе составляет соответственно 27 и 24%. В связи с этим, значительно увеличивается техногенная нагрузка территории в северо-восточном и юго-восточном направлениях. Данное предположение подтверждается результатами физико-химических анализов почвы этих направлений. В проанализированных пробах почв содержание ионов свинца, кадмия, цинка и меди оказались в 1,2 и 1,5 раза выше, чем в остальных направлениях (рис. 1).

В наших исследованиях самое высокое содержание тяжелых металлов определено в верхнем слое почвы, отобранный на расстоянии 150 метров от санитарно-защитной зоны ОАО КП «ЮПМ». В северо-восточном и юго-восточном направлении количественные показатели ионов свинца, кадмия, цинка и меди составили 2330, 0; 3,9; 1600,0 и 53,0 мг/кг, что на 16,8 и 23,5% больше показателей юго-западного и северо-западного направлений.

В дальнейшем отдалении от источника загрязнений содержание тяжелых металлов существенно снижается. На расстоянии 2500 метров от завода концентрация ионов свинца и кадмия составляет соответственно 65,4 и 0,7 мг/кг, что является фоновым показателем по городу.

Исследования миграции тяжелых металлов по горизонту показали их высокое содержание в верхнем, 0-10 см слое почвы, что, по-видимому, объясняется их накоплением и поступательным ростом загрязнений.

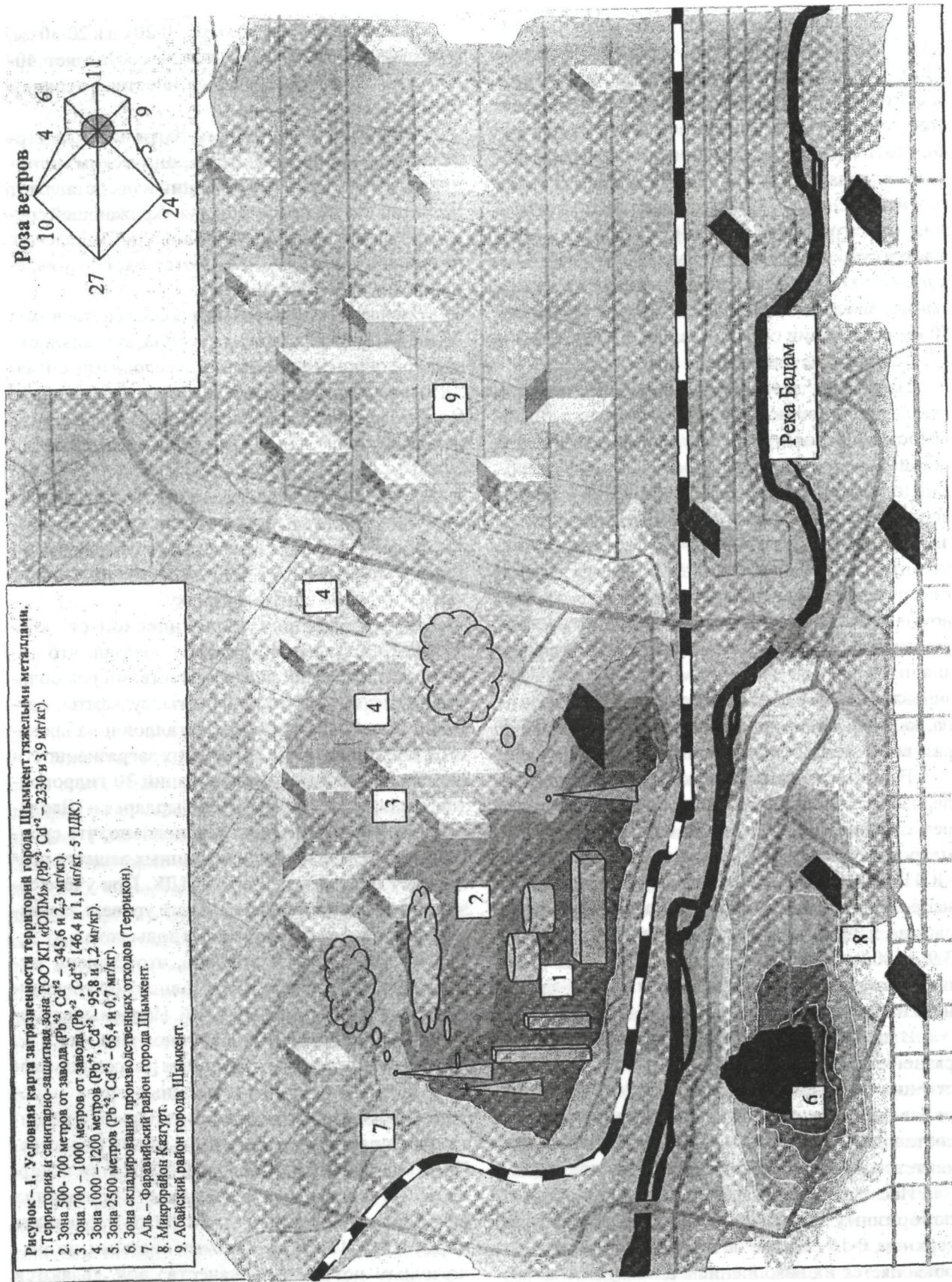
В последующих глубинах, 10-20 см и 20-30 см, содержание тяжелых металлов составляет 40-50 и 10-15% от общего их количества в верхнем слое почвы.

Установленные объемы загрязненных территорий региона являются хроническим источником техногенных загрязнений и представляют потенциальную опасность для окружающей среды в условиях весенних половодий и селевых наводнений, которые считаются частыми явлениями в южном Казахстане.

Экологическое состояние водных источников - одна из острых проблем региона, актуальность которой обоснована аридными условиями климата и задачами рационального водопользования. Водные источники Южного Казахстана в основном представлены малыми реками, которые несут свои воды в Сырдарью. Загрязненность вод реки Сырдарья в определенной степени зависит от экологического состояния бассейнов ее притоков, водные ресурсы которых подвержены сезонным колебаниям и многие из которых несут высокую техногенную нагрузку.

Анализ данных экологической службы Южно-Казахстанской области показал, что основными загрязняющими веществами рек области являются нитраты, нитриты, сульфаты, магний и ионы ряда тяжелых металлов и наблюдается тенденция роста степени их загрязненности (7). По результатам исследований 30 гидропостов, расположенных на реке Сырдарья и Шардаринском водохранилище установлено, что среднегодовые концентрации названных веществ превышают норму от 0,3 до 5,1 ПДК. При учете сезонной динамики максимальный уровень загрязнения отмечен в весенние периоды года.

Кроме того, установлено, что степень загрязненности вод малых рек зависит от уровня и рода техногенных воздействий. Наибольшая степень загрязненности вод установлена для рек, протекающих через техногенные и агроландшафтные зоны. Так, высокая степень загрязненности вод реки Келес связана с интенсивным развитием орошаемого земледелия и животноводства. По степени чистоты вод она относится к четвертому классу – загрязненная. Содержание сульфатов, меди, магния и нитритов превышает норму в 2,7 - 15,5 раза. Самыми чистыми, по аналогичным показателям качества вод, являются реки Бугунь, Джабаглы-су и Боролдай, которые



находятся вдали от промышленных зон и густонаселенных районов области. Содержание загрязняющих веществ в водах этих рек не превышает 0,4 – 1,0 ПДК.

Река Арысь является одним из крупных притоков Сырдарьи, которую питают множество малых рек. Результаты химических анализов качества вод показали, что по степени чистоты она относится к третьему классу – умеренно загрязненная. Содержание основных загрязнителей превышает допустимые пределы нормы и подвержено сезонным колебаниям. На степень загрязненности вод реки Арысь оказывают существенное влияние техногенные нагрузки ее притоков первого и второго порядков как Бадам, Машат, Сайрам-су, Кошкар –Ата, которые протекают через территории крупных населенных пунктов и промышленные зоны. Из них наиболее загрязненными являются реки Бадам и Кошкар-Ата.

Река Бадам берет начало в южных отрогах гор Тянь-Шань, в районе ущелья Угам и на протяжении более 70 км, протекая через многие населенные пункты Толебийского района, жилые массивы и промышленные зоны города Шымкент впадает в реку Арысь. Русло реки широкое с каменистым дном. Берега пологие и легко доступные для отвода воды для хозяйственных нужд. Река полноводной бывает только весной и не часто выходит из берегов. Пойменные отложения отсутствуют, что является препятствием для формирования сообщества береговой растительности – гигрофитов. Гидрофлора представлена в основном видами водорослей, которые обильно встречаются только в отдельных участках реки.

Группу основных загрязнителей вод реки составляют минеральные примеси, источниками которых являются поверхностные сточные воды и ОАО КП «ЮПМ», подземные воды территории которого имеют устойчивую гидравлическую взаимосвязь с рекой.

Результаты физико-химических анализов вод, проведенных на разных участках реки Бадам позволяют выделить две зоны загрязненности: первая – от истока реки до черты города Шымкент, где качество вод по содержанию солей тяжелых металлов соответствует требованиям санитарных норм; вторая – от территории ТОО КП «ЮПМ» до реки Арысь, где содержание ионов свинца, натрия и магния превышает значения ПДК в 3,5 раза.

Река Кошкар – Ата берет начало из множества крупных подземных источников в центре промышленного города Шымкент и через бассейн реки Бадам впадает в реку Арысь. Экспедиционное обследование показал, что загрязненность реки многократно возрастает за 7,5 км пути, которые приходятся на территорию города. По мере увеличения степени загрязненности вод изменяется и видовой состав сообщества водных растений, населяющих русло и прибрежные территории реки.

Загрязнителями реки являются поверхностные сточные воды хозяйствственно-бытовых объектов, промышленных и коммунальных предприятий и гидросети города. Основными загрязняющими веществами вод реки являются различные углеводородные соединения, органические примеси и минеральные соли различных металлов, содержание которых в среднем по реке превышает ПДК в 2,1 – 5,7 раза. Соотношение данных веществ имеют сезонную динамику.

По степени загрязненности вод реки можно выделить три зоны сапробности, отличающихся друг от друга по природе и количеству загрязнителей и по интенсивности биохимических процессов. Первая – зона умеренно загрязненных вод, протяженность которой составляет 1,5 км от истока реки. Содержание всех загрязняющих веществ в воде находится в пределах допустимых норм. Индекс загрязненности вод на данном участке равен 1,9., что по шкале качества соответствует умеренно загрязненным водам. Содержание органических примесей незначительное, БПК<sub>5</sub> составило 2,35.

Вторая – зона очень грязных вод, где содержание минеральных примесей превышает значения предельно допустимой концентрации (ПДК) в 3-4 раза, по качеству вод данный участок соответствует шестому классу, - очень грязные воды (индекс загрязнения вод равен 9). В воде резко возрастает содержание органических веществ, что сопровождается активацией процессов сульфатредукции, БПК<sub>5</sub> составляет 15,5. Большое количество органических веществ способствует обильному размножению организмов-гидробионтов, которые служат причиной самозагрязнения реки.

Третья – зона загрязненных вод, концентрации загрязняющих веществ на данном участке реки составили 1,2-2,4 ПДК. Данный участок

реки отличается активными процессами разложения органических веществ и их последующей утилизацией, в связи с чем увеличивается биологическое поглощение кислорода, БПК<sub>5</sub> составляет 43,5 мг О<sub>2</sub>/л. Химический анализ вод на этом промежутке реки показал заметное снижение содержания как минеральных, так и органических веществ, что связано с процессами самоочищения воды, в котором активную роль играют макрофитные растения. Тем не менее, загрязненность вод при выходе в реку Арысь остается выше допустимых норм, что свидетельствует о высокой степени техногенной нагрузки реки, превышающей ее потенциал самоочищения.

Флористическое обследование реки показало, что для каждой зоны сапробности соответствует разный видовой состав растений-доминантов, которые наиболее устойчивы к новым сочетаниям прямодействующих факторов.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать выводы о том, что основными источниками загрязнения почв и водной среды промышленных зон Южно-Казахстанской области нефтью, нефтепродуктами и солями тяжелых металлов являются объекты промышленного производства и коммунально-бытовые предприятия. Выявленные техногенные зоны при нештатных климатических условиях представляют собой потенциальные источники дополнительного загрязнения окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Чигаркин А.В. Геоэкология и охрана природы Казахстана, 2003 г. Алматы, «Қазак университеті».
- Ибраимова А.К., Абдуллаева Д.А. Состояние Арыской геосистемы // Труды международ. науч.-практ. конф.

ренции «Современные проблемы подготовки педагогических кадров и перспективы развития естественных наук». Шымкент, 2006.- С.-166-168.

3. Джаналеева Г.М., Будникова Т.И., Вилесов Е.Н. и др. Физическая география Казахстана.- Алматы «Қазак университеті», 1998 г. – 266 с.

4. Айменова Г.К., Бахов Ж.К., Шакиров Б.С. Оценка влияния деятельности химического предприятия на загрязнение подземных вод // Труды Международной науч.-практ. конференции «Ауезовские чтения-4» и третьей научной конференции вузов Южного региона. Шымкент. -2004. С.-15-20.

5. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. - М.: Прогресс, 1974. - 335с.

6. Разумов А.С. Методы санитарно-микробиологических исследований // В кн.: Драчев С.М. и др. Методы химического и бактериологического анализа воды. -М.: Медгиз. - 1953. -42с.

7. Ежегодник состояния окружающей среды за 2005 - 2007 годы Южно-Казахстанского центра гидрометеорологии РГП «Казгидромет». Шымкент. 2007. 40 с.

#### Резюме

Оңтүстік Қазақстанның өндірістік аймақтарының экологиялық жағдайы зерттелген. Қоршаған ортаны мұнаймен, мұнай өнімдерімен және ауыр металдармен ластаудағы өндірістік және коммуналды нысандардың басты көздері екендігі анықталған. Облыс көлеміндегі техногенді ластанған территориялардың табиғи апат кезінде қосымша ластаушы факторлерге айналу қаупі айтылған. Сонымен қатар, техногендік аймақтардағы су көздерінің экологиялық жағдайының жылдан - жылға ластану дәрежесінің артып бара жатқаны дәлелденген.

#### Summary

In given clause the results of researches of an ecological condition of industrial zones Southern-Kazakhstan are given. Is established, that the basic sources of pollution are industrial and municipal – household objects. Revealed technical of a zone represent potential danger in conditions of regular weather conditions.